ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MAI 1937.

PRÉSIDENCE DE M. Emmanuel LECLAINCHE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** adresse ampliation du décret, en date du 13 mai 1937, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Auguste Chevalier** pour occuper dans la Section de Botanique la place vacante par le décès de M. *J. Costantin*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Auguste Chevalier** prend place parmi ses Confrères.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles données sur l'existence de Bactéries dans les roches sédimentaires anciennes*. Note de M. **Lucien Cayeux**.

Les recherches que j'ai entreprises, dans l'espoir de découvrir des Bactéries dans les roches sédimentaires anciennes, ont été guidées, à l'origine, par la notion des milieux conservateurs des structures organisées les plus délicates, sur lesquelles j'avais appelé l'attention depuis longtemps. A cet égard, les milieux phosphatés s'inscrivent au premier rang (1). Viennent ensuite les composés ferrugineux, dont l'opacité est malheureusement un obstacle à l'observation des microorganismes, de taille exceptionnellement exiguë.

Mes investigations, au point de vue bactérien, dans les milieux ferrugineux, qui font l'objet principal de cette Note, s'inspirent au surplus d'une toute autre considération. L'étude de nombreuses anomalies, que présente

---

(1) L. Cayeux, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1198.

l'évolution minéralogique des oolithes de nos minerais de fer paléozoïques et mésozoïques, nous enseigne que la chimie minérale est constamment en défaut, pour expliquer, à elle seule, les nombreuses transformations subies par les oolithes ferrugineuses, et que l'histoire de ces minerais n'est intelligible que si elle est, tout au moins pour partie, l'œuvre d'agents bactériens ([2]).

Les recherches exécutées dans cette voie, à l'aide de la microphotographie en lumière infrarouge, et avec le précieux concours de mon assistant, M. A. Randoin, ont donné des résultats, tantôt négatifs et tantôt positifs. Les premiers signifient, ou que les Bactéries manquent, ou qu'elles sont masquées par la grande opacité des oxydes de fer photographiés. Ceux qu'on obtient, en partant des minerais partiellement chloriteux, comme le sont fréquemment nos minerais ordoviciens de Normandie, tendent à faire supposer que la seconde hypothèse répond à la réalité. Par exemple, des minerais de La Ferrière-aux-Étangs (Orne), caractérisés par un grand développement de bavalite vert tendre, remarquablement limpide, se sont révélés très riches en Bactéries, visibles avec un grossissement de 800 diamètres.

Limitées à un nombre très restreint de types d'âge différent, choisis parmi les minerais de fer oolithique de France, ces recherches ont permis de constater la présence de Bactéries dans des minerais barrémiens, jurassiques, dévoniens et siluriens. Ceux de La Ferrière-aux-Étangs déjà mentionnés et du Gédinnien de Bas-Vallon (Côtes-du-Nord) sont de beaucoup les plus intéressants de la série passée en revue.

Le Huronien du Minnesota recèle d'immenses gisements de minerais de fer d'origine sédimentaire. On s'accorde à voir dans ces minerais les plus anciens de tous ceux qui trahissent encore leur nature première en dépit des profondes modifications qui les ont affectés. L'étude de roches oolithiques très minéralisées qui les accompagnent, recueillies sur place, en 1909, dans les grands centres d'exploitation du Mesabi-Range, les fait rentrer dans la catégorie des dépôts qui renferment des Bactéries et les montrent sur les plaques photographiées à la lumière infrarouge. Telles sections de ces roches en contiennent des légions.

A la vérité, il n'est pas nécessaire de limiter les recherches aux milieux réputés les plus conservateurs des structures organisées pour observer des

---

([2]) L. Cayeux, *Et. Gîtes min. de la France*, 1922, p. 948; *Rev. univ. des Mines*, 8e série, 5, 1931, *Extr.*, p. 14, etc.

Bactéries fossiles. Des investigations, qui ne sont rien de plus, pour l'instant, que des coups de sonde, mettent en évidence une grande diffusion des Bactéries en dehors des milieux en question. D'ores et déjà, on peut en signaler l'existence dans des craies, marnes et silex du Crétacé supérieur du Bassin de Paris, dans des schistes cambriens de l'Ardenne ainsi que dans des schistes et phyllades du Précambien de la vallée de la Laize (Calvados), qui en sont particulièrement riches. Enfin, leur présence, en grand nombre, a été reconnue dans des schistes algonkiens de la Colombie britannique, qui m'ont été procurés par le très regretté Ch. D. Walcott.

Soulignons, en passant, que l'existence des Bactéries dans les sédiments algonkiens de l'Amérique du Nord a été constatée en deux régions très distinctes, et dans des dépôts foncièrement différents. Ainsi se trouve confirmée l'hypothèse formulée, en 1914, par Ch. D. Walcott de l'existence de Bactéries à l'époque algonkienne ([3]).

Deux faits découlent en toute clarté des précédentes données :

1° *L'existence des Bactéries dans les mers anciennes remonte à une très haute antiquité;*

2° *Ces Bactéries ont vécu en des milieux très variés.*

Dans le domaine des probabilités, il est légitime de supposer que les Bactéries ont fait leur apparition à une époque plus reculée que le Huronien, et aussitôt que le milieu marin a cessé d'être impropre à la vie. Cette conjecture tire sa justification de la présence de Bactéries, en proportion élevée, dans les plus vieux terrains qui ont plus ou moins conservé leur caractère sédimendaire originel.

A la lumière des faits acquis, on est tout naturellement enclin à se demander si le rôle attribué à la chimie minérale dans la genèse des roches sédimentaires n'a pas été considérablement exagéré, et si les actions bactériennes n'ont pas exercé une action prépondérante dans la formation des sédiments non détritiques. Dans l'affirmative, la solution de maintes questions génétiques, qui se heurte présentement à d'insurmontables difficultés, en pourrait être grandement simplifiée. Seule, l'exploration des fonds sous-marins actuels peut nous éclairer en la matière.

([3]) Ch. D. Walcott écrit à cette date : « Although the existence of Bacteria in Algonkian time has not been demonstrated from the observations already given..., it is quite probable that the Bacteria were a most important factor, in the deposition of the Algokian limestones », *in* Ch. D. Walcott, *Precambrian algonkian Algal Flora, Smithsonian Miscellaneous Collections,* 64, n° 2, 1914, p. 103.

CYTOPHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la propriété des cellules végétales d'excréter le rouge neutre après l'avoir accumulé dans leurs vacuoles.* Note de MM. **Alexandre Guilliermond** et **Roger Gautheret.**

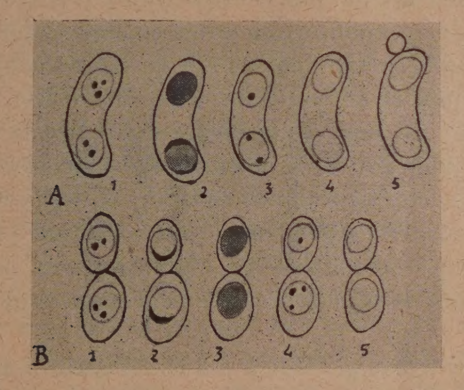
Nous avons fait connaître antérieurement [1] les conditions dans lesquelles se produit la coloration vitale des vacuoles par le rouge neutre dans les cellules végétales, en particulier dans les Champignons. Celle-ci ne s'opère que si le pH du milieu est voisin de la neutralité ou alcalin et, pour la majorité des Champignons, elle ne se produit que dans les cellules ayant cessé de croître : en ce cas, elle est toujours suivie, quand la cellule reprend sa croissance, d'une décoloration de la vacuole. Les *Saprolegnia* se comportent différemment : ils accumulent le rouge neutre pendant leur croissance, mais en milieux nutritifs riches en aliments, ils se décolorent lorsque la croissance est très active. Les cellules sont donc capables, après avoir accumulé le rouge neutre, de se décolorer, soit immédiatement avant de croître, soit, dans le cas des *Saprolegnia*, au cours de leur croissance. Ces faits soulèvent un problème important, celui de la cause de la décoloration, que nous nous proposons d'étudier aujourd'hui. Le rouge neutre a un potentiel d'oxydoréduction qui ne permet guère d'envisager qu'il puisse se réduire dans les vacuoles et, diverses expériences relatées précédemment ont établi que cette réduction n'a pas lieu. Dès lors, on ne peut expliquer cette décoloration qu'en supposant que le colorant est détruit ou excrété par le Champignon.

Pour résoudre ce problème, nous avons choisi des Levures, le *Saccharomyces ellipsoideus* et une levure de boulangerie (Levure de Springer). Nous avons d'abord répété sur celles-ci, mais dans des conditions plus précises, l'une des expériences qui nous avait permis de constater la décoloration. Le *S. ellipsoideus*, ensemencé sur chambre de Ranvier dans une solution de peptone (1 pour 100) et de glucose (1 pour 100) gélosée, additionnée de rouge neutre (4^{mg} pour 100) à pH 8,2, fut observé au microscope à immersion. Au début, les cellules se colorent suivant le processus indiqué par l'un de nous : il y a formation dans la vacuole de précipités colorés et animés de mouvements browniens (*fig.* A et B) : ceux-ci confluent en un gros globule qui s'accole sur le bord de la vacuole et prend

(1) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1377.

une forme de croissant; finalement le précipité se dissout et la vacuole prend une teinte rouge diffuse. Au bout de 2 heures et demie environ, on constate que les cellules se décolorent par un processus inverse : la teinte rouge diffuse disparaît et fait place à la production dans la vacuole de précipités colorés; ceux-ci diminuent de volume, se décolorent et disparaissent; lorsque la décoloration est achevée, le bourgeonnement commence. La Levure de Springer s'est comportée de même, mais, pour elle, la décoloration a été plus rapide et était achevée au bout de 2 heures.

Les conditions de coloration et de décoloration étant connues, nous avons répété, en grand, la même expérience avec la Levure de Springer dans un liquide nutritif additionné approximativement de 5^{mg} pour 100



de rouge neutre dont nous déterminions, au moyen du colorimètre à cellule photo-électrique de Meunier, les variations de concentration en rouge neutre, au moment de l'accumulation du colorant dans les vacuoles et après la décoloration complète de celles-ci. Un prélèvement était fait avant l'introduction de la levure pour mesurer exactement la concentration initiale du rouge neutre, puis on introduisait dans le liquide 0^{g},5 pour 100 de levure. On procédait ensuite à des intervalles réguliers à des prélèvements du liquide qui étaient centrifugés : le culot était soumis au contrôle microscopique et le liquide dosé au colorimètre. Nous avons utilisé comme milieu de culture une solution de peptone (1 pour 100) et de glucose (1 pour 100) ou un milieu composé de SO^4Mg (0^{g},5 pour 1000) PO^4K^2H (0^{g},8 pour 1000), asparagine (3^{g} pour 1000) et saccharose (5^{g} pour 100).

Dans de telles expériences il fallait faire la part du rouge neutre qui pouvait être adsorbée par les membranes cellulaires. Nous y sommes

parvenus au moyen d'expériences effectuées à des pH acides, c'est-à-dire dans des conditions où l'accumulation du rouge neutre par les vacuoles est impossible. Dans une expérience faite avec le second milieu de culture (le premier ayant l'inconvénient de former des précipités aux pH acides) et à pH5, en partant d'une solution initiale de rouge neutre de 5^{mg} pour 100, un prélèvement opéré une demi-heure après l'introduction de la levure a montré que la concentration s'était abaissée à $3^{mg},2$ pour 100. Le culot ne renfermait que des cellules ne présentant aucune coloration de leurs vacuoles, il est donc probable que cet abaissement était dû à une adsorption du rouge neutre par les membranes. Dans une expérience semblable à pH6,6, c'est-à-dire très près de celui où les vacuoles accumulent ce colorant, nous avons obtenu, par centrifugation d'un premier prélèvement effectué au bout de 40 minutes, un culot à peine coloré, dans lequel de rares cellules montraient une coloration de leurs vacuoles, et un liquide dont la concentration en rouge neutre était descendue, de $4^{mg},2$ pour 100 et $3^{mg},6$ pour 100. Au bout d'une heure quarante, la concentration est remontée à $3^{mg},9$ pour 100 et le culot presque incolore ne montrait que quelques cellules mortes à protoplasme coloré et des particules (poussières ou précipités) accumulées autour de la levure et ayant adsorbé le colorant. Ici, l'adsorption par les membranes, si elle existe, n'est donc que très faible et négligeable. D'autres expériences nous ont montré qu'il en est de même à pH8,2.

Ceci établi, nous avons procédé à des expériences semblables à pH 8,2, dans des conditions où toutes les cellules accumulent le rouge neutre, en employant le milieu peptone-glucose, l'autre milieu ayant l'inconvénient d'amener la mort d'une assez notable quantité de cellules qui troublent les résultats. Voici les résultats : la concentration initiale de rouge neutre avant l'introduction de la levure était de 4^{mg} pour 100. Un prélèvement effectué 25 minutes après l'ensemencement, c'est-à-dire au moment où l'accumulation du rouge neutre dans les vacuoles est à son maximum, a donné après centrifugation, un culot très fortement coloré et un liquide qui, comparé au liquide prélevé avant l'ensemencement, présentait une diminution très importante de coloration. Le culot ne renfermait que des cellules ayant accumulé le rouge neutre dans leurs vacuoles et le liquide dosé au colorimètre accusait un abaissement considérable de sa concentration en rouge neutre, celle-ci étant descendue à $1^{mg},5$ pour 100. Dans un second prélèvement opéré au bout de 1 heure 40, au moment où les cellules se décolorent, le culot était un peu coloré; la concentration du rouge

neutre était remontée à $3^{mg},6$ pour 100. Enfin, un dernier prélèvement fait au bout de 2 heures, c'est-à-dire lorsque toutes les cellules sont décolorées, a fourni un culot presque incolore et un liquide où la concentration du rouge neutre s'était élevée à 4^{mg} pour 100, c'est-à-dire était revenue presque à son point de départ. Le culot constitué uniquement de cellules incolores ne montrait qu'une mince pellicule superficielle, formée de quelques cellules mortes et de particules (poussières ou précipités) accumulés autour de la levure et ayant retenu le colorant. Cette expérience tout à fait démonstrative et d'autres semblables apportent la preuve que le colorant accumulé dans les vacuoles est excrété dans le liquide; la différence légère entre les concentrations initiales ($4^{mg},8$ pour 100) et finales (4^{mg} pour 100) s'explique par l'adsorption du colorant par des particules en suspension dans le liquide.

Il résulte donc de nos expériences que les levures placées dans un milieu additionné de rouge neutre à pH neutre ou alcalin passent d'abord par une période de latence pendant laquelle elles cessent de croître et accumulent le colorant dans leurs vacuoles : cette accumulation intense se traduit par un abaissement très important de la concentration du rouge neutre du liquide qui, pour un poids de levure de $0^{g},5$ pour 100, passe de $4^{mg},8$ pour 100 à $1^{mg},5$ pour 100. Au bout de 2 heures, les cellules se sont décolorées et cette décoloration s'accompagne d'une élévation consécutive de la concentration du rouge neutre du liquide qui remonte de $1^{mg},5$ pour 100 à 4^{mg} pour 100, c'est-à-dire devient assez sensiblement égale à la concentration initiale. Elle est donc due à une excrétion du colorant. Ce n'est qu'à partir de ce moment que la levure commence à bourgeonner et, dès lors, elle n'absorbe plus le colorant. Il resterait maintenant à expliquer le mécanisme physico-chimique de cette excrétion.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La double fécondation des plantes à fleurs et la disjonction des hybrides d'après la Correspondance de* HUGO DE VRIES *à* LÉON GUIGNARD. Note de M. **LOUIS BLARINGHEM**.

Les préparatifs de l'Exposition internationale de 1937, Palais de la Découverte, sous-section Génétique et Biologie végétales, m'ont procuré des documents du plus haut intérêt pour l'histoire des sciences : manuscrits de Dominique Villars, auteur de la *Flore du Dauphiné*, Correspondance de Mougeot et Grenier à Godron concernant la *Flore de France*, des cen-

taines de dessins et aquarelles inédits d'Alexis Jordan, Gaston Allard, E.-G. Camus et, plus importants encore pour l'étude des origines de la Génétique, les préparations, dessins originaux de notre Confrère Léon Guignard avec les lettres de nombreux correspondants dont Édouard Strasburger et Hugo de Vries. L'une d'elles est à mon avis un document capital; elle est datée du 25 novembre 1899 et fait allusion à la Note présentée par Léon Guignard le 4 avril 1899 à l'Académie des Sciences, *sur les Anthérozoïdes et la double copulation sexuelle chez les Végétaux Angiospermes*, titre qui précise qu'à cette date le savant français était convaincu de la portée générale de sa découverte. Hugo de Vries lui écrit :

Amsterdam, le 25 nov. 1899.

Monsieur et très honoré Confrère,

Je vous remercie vivement de tous les agréables envois que vous m'avez fait et surtout de votre note dans les « Comptes rendus de l'Académie des Sciences » sur les deux spermatozoïdes du tube pollinique et sur la fécondation de l'endosperme. C'est ce qu'il y a de plus beau et de plus inattendu dans notre science.

Aussi serais-je très heureux si je pouvais apporter une petite preuve à l'appui de votre thèse, et très fier si vous acceptiez mon expérience comme telle.

J'ai réussi à hybrider directement l'endosperme dans un des rares cas où les deux parents montrent des endospermes très différents.

J'ai fécondé le Maïs à sucre blanc, une variété très pure, par le pollen d'un Maïs à amidon, et l'endosperme des graines fécondées de cette manière a montré le caractère du père. A mon avis, la seule explication possible en est votre découverte de la fécondation du noyau générateur de l'endosperme.

J'ai le plaisir de vous offrir dans un colis postal cinq épis, à savoir :

1° *Un épi du Maïs à sucre blanc; toutes les graines dans cette variété sont toujours transparentes et ridées, pourvu que la fertilisation ait été pure.*

2° *Un épi du Maïs ordinaire, à amidon, pour contrôle.*

3° *Un épi de mon expérience de* 1898. *C'est un épi de la variété à sucre, fécondé en partie par le propre pollen (graines ridées) et pour la majeure partie fécondé artificiellement, par moi, avec le pollen d'un Maïs à amidon. Dans toutes les graines à surface lisse l'endosperme doit avoir été fécondé par le second anthérozoïde, vu qu'il montre le caractère du père, c'est-à-dire de la variété dont j'avais employé le pollen.*

C'est votre note qui m'a fait comprendre ce phénomène.

Les graines ridées de ces épis sont de race pure; elles ont donné en 1899 *une culture de Maïs sucré pur.*

Les graines lisses ou à amidon sont de nature hybride; j'en ai semé une partie en 1899 *et je vous envoie comme numéro :*

4° *Un épi de cette culture d'hybrides* (1899). *Fécondés par leur propre pollen ils ont donné des graines avec le caractère maternel et d'autres avec le caractère paternel.*

5° *J'ajoute un épi de Maïs à sucre dont deux graines ont été fertilisées accidentellement, par le vent, par le pollen d'un Maïs à amidon d'un lot éloigné de 4ᵐ. Ce sont les deux graines lisses du milieu de l'épi.*

Je serais très curieux de savoir s'il vous serait possible d'observer sous le microscope la fécondation du noyau du sac embryonnaire dans le Maïs, et j'espère bien que (vous) voudrez en prendre la peine. Seulement, quand vous voudrez faire des semis, ne prenez pas les graines sur ces épis; cela serait trop dommage et j'espère bien pouvoir vous envoyer les graines que vous pourrez désirer, prises sur des épis moins beaux.

J'ai écrit une petite note sur cette expérience et j'ai prié M. Bonnier de bien vouloir la présenter à l'Académie des Sciences (1).

Agréez, Monsieur, l'assurance de mes sentiments les plus respectueux.

HUGO DE VRIES.

Il m'a paru utile de donner le texte intégral de la lettre; il fournit, en plus de la Note (1), la raison qui fait de cette découverte le point de départ de la *Génétique du* XXᵉ *siècle*. Sans doute, le mérite des lois ou principes de la Génétique doit être accordé à Grégor Mendel et je dirai pourquoi; en 1899, les travaux, le nom même de G. Mendel étaient inconnus. Mais depuis vingt-cinq ans Ed. Strasburger avait imposé la notion générale de cellule pourvue d'un noyau, depuis vingt ans Ed. Strasburger et L. Guignard découvraient les chromosomes nucléaires, leur individualité, la réduction chromatique et confirmaient par des travaux de cytologie rigoureux les indications présumées par le philosophe Weissmann (1885). Or en 1889, Hugo de Vries, qui avait cherché à altérer la cellule, découvert la plasmolyse et préparé l'énoncé de la loi des solutions diluées de van't Hoff, H. de Vries donnait dans l'*Intracellulare Pangenesis* l'exposé de ses conceptions sur le mécanisme de l'hérédité. Dès 1890, attaquant le problème par les semis et les croisements, il édifiait la théorie de la *Mutation*, énoncée en 1900 au *Congrès international de Botanique de Paris*, et en même temps il donnait des preuves de la *Loi de disjonction des hybrides* (2), portant sur une quinzaine d'espèces (Maïs, Pavot, Muflier, Polemonium, Chelidoine, Œnothère, Lychnide), mettant en valeur que la forme spécifique, la plus ancienne et la plus répandue, domine (supprime) à la première génération les traits de la variété dite récessive; dans cette même Note, il vérifie les règles sur les monohybrides, les dihybrides, les polyhybrides. La lettre publiée ci-dessus ne laisse aucun doute sur la

(1) *Comptes rendus*, **129**, 1899, p. 973.
(2) *Comptes rendus*, **130**, 1900, p. 845.

confiance généralisée de Hugo de Vries dans la valeur de ces lois et cette confiance reposait en grande partie sur les découvertes cytologiques de Ed. Strasburger et L. Guignard : généralité de la réduction chromatique dans la préparation des éléments sexués; régularisation automatique du nombre complet des chromosomes au cours de la fécondation; explication et justification des phénomènes de la Xénie qui résultent de la double fécondation constatée par Léon Guignard chez les représentants les plus divers des plantes à fleurs.

Signalons enfin qu'à l'appui de ses découvertes, Hugo de Vries a exhumé (20 mars 1900) le Mémoire jusque-là ignoré de Grégor Mendel, parce que publié dans une revue locale [3] des naturalistes de Brünn, peu répandue. A Grégor Mendel revient incontestablement, ainsi qu'à Charles Naudin, le mérite d'avoir expliqué la ségrégation des caractères hérités par l'épuration des éléments sexués, au cours de leur formation dans les fleurs des hybrides.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Modifications de la formule de quadrature de Tchebycheff.* Note [1] de M. **Serge Bernstein.**

J'ai abordé [2] un problème équivalent, en substance, au suivant : en supposant la formule de quadrature

$$(1)\quad \int_{-1}^{+1} f(x)\,dx = \frac{1}{n}\left[2A\,f(0) + \sum_{i=1}^{l-1} B_i[f(x_i)+f(-x_i)]\right] \qquad (-1 \leqq x_i < 0),$$

exacte pour tous les polynomes de degré $2l-1$, où les nombres A, B_i sont entiers et non négatifs, déterminer le minimum $\overline{m}(l)$ de $n = A + \sum_{i=1}^{l-1} B_i$.

Il est aisé de vérifier que $\overline{m}(l) = 2[(l+1)/2] - 1$ pour $l \leqq 5$, et j'ai montré

(3) *Verhandl. Naturf. Ver. Brünn*, 4 (*Abhandl.*), 1866, p. 3-47.

(1) Séance du 10 mai 1937.

(2) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1305. La démonstration complète des résultats qui étaient résumés dans cette Note est donnée dans le Mémoire *Sur les formules de quadrature de Cotes, et Tchebycheff*, *Comptes rendus* (Doklady) *de l'Acad. des Sc. de l'U. R. S. S.*, 14, n° 6, 1937, p. 323.

que l'on a

$$(2) \qquad \overline{m}(l) > l, \qquad \overline{m}(l) > \frac{l\left(l+\frac{1}{2}\right)}{7,7}$$

pour $l > 5$.

En désignant par $m(l) \geqq \overline{m}(l)$ le plus petit nombre entier jouissant de la propriété que des formules du type (1) existent pour toute valeur de $n \geqq m(l)$, je vais montrer à présent que

$$(3) \qquad \overline{m}(l) \leqq m(l) < 4(l+1)(l+2).$$

A cet effet, envisageons une formule quelconque

$$(4) \qquad \int_{-1}^{+1} f(x)\,dx = \sum_{i=1}^{N} p_i f(x_i) \qquad (-1 \leqq x_i \leqq 1).$$

à coefficients non négatifs $p_i \geqq 0$, applicable à tous les polynomes de degré $2l-1$. En conservant les notations de ma dernière Note ([3]), il est aisé de démontrer d'abord

THÉORÈME I. — *Soient*

$$(5) \qquad \begin{cases} \displaystyle\int_{-1}^{+1} f(x)\,dx = \sum_{k=1}^{l} \rho(\xi_k) f(\xi_k) + \frac{2a}{a\,l(l+1)+1} f(1), \\ \displaystyle\int_{-1}^{+1} f(x)\,dx = \frac{2a}{a\,l(l+1)+1} f(-1) + \sum_{k=1}^{l} \rho(\eta_k) f(\eta_k) \end{cases}$$

les formules de quadrature applicables à tous les polynomes de degré $2l-1$, où ξ_k et η_k sont, respectivement, les racines de

$$F(x, a) = 0 \quad \textit{et} \quad F(-x, a) = 0 \qquad (a \geqq 0,\ \beta_{k-1} \leqq \xi_k \leqq \gamma_k \leqq \eta_k \leqq \beta_k).$$

On a, pour toutes les formules (4),

$$(6) \qquad \sum_{i=1}^{x_i \leqq x} p_i \leqq \pi(x) \qquad (-1 \leqq x \leqq 1),$$

([3]) *Sur les formules de quadrature à coefficients non négatifs et abscisses équidistantes* (*Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1294).

où

$$(7)\qquad \pi(x)=\sum_{k=1}^{k_0}\rho(\xi_k) \quad \textit{ou} \quad \pi(x)=\frac{2a}{a\,l(l+1)+1}+\sum_{k=1}^{k_0}\rho(\eta_k),$$

suivant que $x=\xi_{k_0}$ *ou* $x=\eta_{k_0}$.

La fonction monotone $\pi(x)$, composée de $2l$ arcs analytiques, croît de $2/l(l+1)$ à 2, lorsque x varie de -1 à γ_l, et satisfait aux inégalités

$$(8)\qquad \frac{2-\pi(b)}{1-b}<\frac{2-\pi(a)}{1-a}<\frac{\pi(b)-\pi(a)}{b-a}<\frac{\pi(b)}{1+b}$$

si $-1<a<b<\gamma_l$, dont la signification géométrique est évidente. En particulier, il résulte de (8), pour $a\leqq 0$,

$$(9)\qquad \pi(b)-\pi(a)>(b-a)\left[1-\frac{1}{2}\rho(0)\right].$$

D'autre part, on peut déduire du théorème I :

Théorème II. — *Soient $p_1, p_2, \ldots, p_l$ des nombres positifs tels que*

$$\sum_{i=1}^{l-1}p_i+\frac{1}{2}p_l=1,$$

si

$$\sum_{i=1}^{h}p_i=\pi(x_h) \qquad (h<l),$$

où

$$-1\leqq x_1<\gamma_1<\ldots<x_{2i}<\beta_i<x_{2l+1}<\gamma_{i+1}<\ldots<0$$

et, de plus, $x^0_{i-1}<x_{i+1}$ $(1<i<l-1)$, *il existe une formule de quadrature*

$$(1\ bis)\qquad \int_{-1}^{+1}f(x)\,dx=\sum_{i=1}^{l-1}p_i[(y_i)+f(-y_i)]+p_l\,f(0),$$

où

$$x_1<y_1<\ldots<x_i<y_i<x_{i+1}<\ldots<x_{l-1}<y_{l-1}<0,$$

applicable à tous les polynomes de degré $2l-1$.

Ainsi, les conditions imposées aux abscisses auxiliaires x_i étant identiques à celles du théorème III de ma dernière Note, on pourra, par un procédé analogue à celui de la Note citée, construire des formules de quadrature à coefficients p_i positifs et rationnels ayant un même dénominateur n. Il suffira pour cela que la détermination successive des nombres x_{i+1} par la

condition que

$$\pi(x_{i+1}) = \pi(x^0_{i-1}) + \frac{\theta_i}{n} \quad (0 \leqq \theta_i < 1)$$

ne les fasse pas sortir des intervalles imposés par le théorème II énoncé plus haut. Or, d'après (9), on aura

$$x_{i+1} - x^0_{i-1} < \frac{\theta_i}{n\left[1 - \frac{1}{2}\rho(0)\right]},$$

d'où, pour $l \geqq 5$ [on a alors $\rho(0) < 4/l+2$],

$$x_{l+1} - x^0_{l-1} < \frac{l+2}{ln}.$$

Par conséquent, puisqu'on a remarqué à l'endroit cité que les déplacements

$$x_{i+1} - x^0_{i-1} \leqq \frac{1}{4l(l+1)}$$

sont permis, nous voyons qu'il suffit que $n \geqq 4(l+1)(l+2)$. L'inégalité (3) est ainsi établie, car pour $l < 5$ on vérifie facilement que $m(l) = \overline{m}(l)$. La détermination effective de $\overline{m}(l)$ et $m(l)$ pour chaque valeur donnée l exige, grâce aux inégalités (2) et (3), un nombre fini d'essais; mais les calculs sont essentiellement plus compliqués que pour la détermination du nombre $N(l)$ de ma Note précédente.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur les variations du Pissenlit apogame*. Note de M. **Lucien Daniel**.

J'ai déjà signalé, en 1935 et 1936 (¹), des changements provoqués chez des Pissenlits apogames par leur culture en exemplaires serrés, disposés en direction renversée, ainsi que chez leurs descendants par graines dont les racines furent sectionnées à des hauteurs différentes au-dessous du collet. En 1937, j'ai poursuivi ces expériences. Les pieds serrés ont été laissés en place depuis 1934, sans addition d'engrais au sol et sans mutilations d'aucune sorte. Chaque année ils ont fourni des feuilles presque entières et non les feuilles roncinées caractéristiques de la race primitive. Pour la

(¹) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1506; 202, 1936, p. 1632.

première fois, cette année, sont apparues des bractées sur deux hampes florales, à des distances de 10 et 15cm des capitules. Ceux-ci se sont montrés moins nombreux et leurs hampes ont été plus courtes, par suite des difficultés du ravitaillement dues à l'état serré des individus et à l'épuisement progressif du sol.

Chez des descendants des akènes récoltés sur ces pieds et semés en 1935, qui avaient subi des décapitations de racines en 1935, 1936 et 1937, on pouvait voir des variations plus nombreuses et plus accentuées encore dont on peut juger par le cliché ci-joint. Des hampes portaient, chez quelques exemplaires, une ou deux bractées à limbe élargi et à bords laciniés (*fig* 6). Des capitules possédaient, les uns des bractées normales de deux sortes, les internes dressées et les externes étalées ou recourbées sur deux rangs cycliques (*fig.* 10); les autres, des bractées modifiées plus ou moins en forme de cuiller et plus ou moins étalées sur deux rangs (*fig.* 5). Dans d'autres cas, il existait un seul rang de ces bractées avec 5 ou 4 bractées (*fig.* 8), ou bien ces bractées se trouvaient placées en deux groupes opposés formés de 2 à 5 ou de 3 et 3 (*fig.* 1). Plus rarement, les bractées externes étaient au nombre de une (*fig.* 2 et 3) ou manquaient complètement (*fig.* 4). Parfois, la disposition cyclique faisait place à la disposition acyclique spiralée plus ou moins lâche (*fig.* 5). Même on rencontrait, très exceptionnellement, quelques involucres pourvus d'une grande bractée, recroquevillée en tire-bouchon, rappelant en petit celles qui existent assez souvent chez le Soleil annuel (*fig.* 5 et 9).

Les transformations des capitules eux-mêmes se sont montrées plus importantes en 1937. Certains étaient soudés par 2 (*fig.* 11) ou par 3, fleurissant ou non au même moment; d'autres avaient des hampes fasciées à leur base et libres au sommet avec des capitules distincts. Sur un exemplaire, j'ai trouvé, pour la première fois, une hampe florale qui, à la place du capitule, portait trois petites bractées (*fig.* 7). Dans la très grande majorité des exemplaires, les hampes atteignaient des hauteurs variant de 80 à 85cm.

Les pieds issus du semis des graines ont conservé à des degrés divers les changements de forme et les dimensions considérables des feuilles obtenues dès la première génération en 1935, comme l'ont fait aussi les pieds multipliés par éclats; même ils ont produit exceptionnellement des anomalies nouvelles. Parmi ces dernières, trois sont intéressantes. La première consiste dans la production d'une feuille bifurquée à son sommet; la seconde, dans une ramification latérale d'une feuille coexistant avec la

production d'un limbe disposé perpendiculairement sur la nervure médiane du premier; la troisième consiste dans l'apparition de poils courts et raides,



situés sur le limbe et plus abondants sur les nervures de la face supérieure. Cette acquisition peut être envisagée comme le résultat de la lutte pour la

vie par rapport aux Mollusques dont l'attaque a été très vive sur les jeunes plantes. On sait que ceux-ci respectent les plantes velues, surtout quand les poils sont durs et piquants.

Certains caractères semblent être acquis, tant par multiplication végétative que par graines. Jusqu'ici il n'y a eu aucun retour complet à la race sur laquelle ont porté mes recherches.

Ces faits expérimentaux montrent la grande plasticité du Pissenlit sous l'influence des mutilations et des changements de milieux, que les individus soient multipliés par éclats ou par graines. Comme il s'agit sûrement de plantes apogames, vu les précautions prises pour éviter un croisement sexuel accidentel, on ne peut soutenir que le noyau seul est à la base de toutes les variations chez les plantes. La réduction chromatique et la fusion des gamètes n'ont pas existé chez mes Pissenlits et cela ne les a pas empêchés de se modifier fortement; donc ces deux phénomènes ne sont pas tout dans l'hérédité comme l'ont supposé Weismann et ses disciples.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La teneur en alcool de l'eau des plasmas interstitiels et de l'eau protoplasmique, chez un animal aquatique, est celle du milieu extérieur dans lequel il est plongé. Démonstration expérimentale pour la Grenouille.* Note de M. **Maurice Nicloux.**

J'ai réalisé l'expérience suivante :

Une grenouille, immergée dans de l'eau alcoolisée à 2 pour 1000, milieu dans lequel elle vit parfaitement, est opérée selon Schwartz [1]. A cet effet une canule en verre de diamètre *ad hoc*, coudée à angle droit, est fixée au cloaque de l'animal. Toutes les dispositions sont prises pour pouvoir recueillir l'urine qui s'écoulera par la canule, l'animal restant complètement immergé. Dans ce but le fond du cristallisoir, en verre, qui contient la solution aqueuse diluée d'alcool, est percé d'une ouverture circulaire munie d'un bouchon de caoutchouc, lui-même traversé par un tube de verre mis en communication avec la canule. Dès lors l'urine peut être recueillie hors du cristallisoir, soit dans de petites éprouvettes graduées, soit, pour éviter la moindre évaporation, dans de petits ballons en verre soufflé, d'un volume de 3 à 4^{cm^3}, entourés de glace pilée. A des intervalles de temps

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 98, 1928, p. 1552.

donnés, on détermine (²), en vue de l'établissement de leur rapport, les quantités d'alcool $Q_{ur.}$ et $Q_{ext.}$ contenues respectivement dans l'urine et dans le liquide extérieur.

Cinq expériences ont été faites suivant cette technique.

Dans la première (Exp. I) j'ai suivi l'invasion de l'organisme par l'alcool en fonction du temps et construit la courbe qui la représente. Celle-ci s'élève d'abord rapidement, puis plus lentement, et tend vers un palier. Cette expérience n'ayant pas duré le temps nécessaire, ce palier ne fut pas atteint (voir le tableau ci-dessous).

Dans les deux qui ont suivi (Exp. II et III) l'urine n'a pas été recueillie par fraction dès le début de l'immersion mais, par contre, l'expérience a été poursuivie pendant tout le temps nécessaire pour obtenir sûrement l'état d'équilibre.

Dans les deux dernières enfin (Exp. IV et V) les animaux qui en furent l'objet ont été laissés dans leur état normal le plus longtemps possible, en ce sens qu'ils n'ont été munis de leur canule que respectivement 24 et 41 heures après l'immersion.

Le tableau suivant résume ces cinq expériences dont les détails paraîtront dans un autre Recueil. Je n'y fais pas figurer toutes les valeurs prises par le rapport $Q_{ur.}/Q_{ext.}$ au cours des expériences, mais seulement celles correspondant pour chacune d'elles au dernier échantillon d'urine émise.

Nos des Exp.	Teneur en alcool (pour 1000 en poids). Urine $Q_{ur.}$	Liq. ext. $Q_{ext.}$	Rapport. $\frac{Q_{ur.}}{Q_{ext.}}$
I	1,855	1,900	0,976
II	1,896	1,905	0,995
III	1,876	1,872	1,002
IV	2,035	2,050	0,992
V	2,005	2,015	0,995

Observations. — I. Équilibre non atteint après 19 heures. — II. Urine émise entre la 14ᵉ et la 40ᵉ heure. — III. Urine émise entre la 20ᵉ et la 44ᵉ heure. — IV. Urine émise entre la 48ᵉ et la 72ᵉ heure. — V. Urine émise entre la 46ᵉ et la 48ᵉ heure (animal de forte taille de provenance hongroise).

L'examen des nombres consignés dans le tableau ci-dessus montre sans discussion possible que chez un animal aquatique immergé dans de l'eau faiblement alcoolisée, *la teneur en alcool de l'urine est exactement celle du*

(²) La méthode de dosage mise en œuvre est celle que j'ai fait connaître en 1931 (*Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 985; *Bull. Soc. Chim. biol.*, **13**, 1931, p. 857); elle permet de doser 2 à 5^{mg} d'alcool à quelques unités pour 1000 près.

milieu extérieur dans lequel l'animal est plongé. Le rapport $Q_{ur.}/Q_{ext.}$ est égal à l'unité aux erreurs d'expérience près.

Cette nouvelle donnée, fournie par une expérimentation simple, poursuivie sur l'animal vivant, intact, laissé dans des conditions rigoureusement physiologiques, entraîne de multiples conséquences qu'il nous faut maintenant examiner de plus près.

Lorsqu'un animal aquatique est immergé dans une solution aqueuse diluée d'alcool éthylique de volume pratiquement indéfini, l'alcool pénètre rapidement par les branchies ou par la peau, organes d'absorption, dans tout son organisme; les tissus s'en chargent progressivement et cela jusqu'à ce qu'un état d'équilibre soit atteint. A ce moment précis, la répartition de l'alcool doit être partout la même, du fait que les plasmas ne cèdent pas plus qu'ils ne fixent cette substance. Ceci dit, si l'on admet d'une part : *a*) que les phénomènes de diffusion sont les seuls à considérer en ce qui concerne la répartition de l'alcool dans les tissus; *b*) que le rein ne *concentre pas* l'alcool comme il le fait pour l'urée, par exemple; *c*) que l'eau dans les tissus et liquides de l'organisme est le seul véhicule de l'alcool, ainsi que je me suis efforcé de le montrer ([3]), ce qui a immédiatement comme corollaire l'égalité réciproque des teneurs en alcool de l'eau du sang, de l'eau des plasmas interstitiels, de l'eau protoplasmique elle-même, et, si l'on tient compte d'autre part de la nouvelle donnée expérimentale que j'apporte aujourd'hui, il sera possible d'écrire successivement :

Teneur en alcool de l'urine = Teneur en alcool du milieu extérieur.
Teneur en alcool de l'eau du sang = Teneur en alcool de l'urine ([4]).
Teneur en alcool des plasmas interstitiels et de l'eau protoplasmique
= Teneur en alcool de l'eau du sang.

et tout naturellement :

Teneur en alcool du milieu extérieur ⇌ Teneur en alcool de l'urine
⇌ Teneur en alcool de l'eau du sang
⇌ Teneur en alcool de l'eau des plasmas interstitiels et de l'eau protoplasmique.

En résumé, lorsqu'un animal aquatique est plongé dans de l'eau

---

([3]) M. Nicloux, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 16, 1934, p. 330.

([4]) Il faudrait dire, pour être absolument correct, *l'eau de l'urine*. En fait cette distinction est ici inutile, l'urine recueillie renfermant une quantité de substance sèche extrêmement faible, de l'ordre de 1 pour 1000 seulement, ce qui correspond à une proportion de 999 pour 1000 d'eau.

alcoolisée, et que l'état d'équilibre dont il a été question plus haut est atteint, l'eau du sang, l'eau de tous les tissus, eau des plasmas interstitiels ou eau protoplasmique, l'eau de tout l'organisme en un mot possède une teneur en alcool *unique* qui est celle du milieu extérieur lui-même. Cette donnée, d'une simplicité extrême, déjà intéressante en soi, comporte cependant d'autres développements que je me réserve de discuter et d'utiliser ultérieurement.

M. L. **Blaringhem** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Symbiose et Parasitisme. L'œuvre de* Noël Bernard, *présentée au Palais de la Découverte par* Louis Blaringhem, Joseph Magrou, Élias Melin, Fernand Moreau, Ernest Pinoy, Dr M. C. Rayner.

M. L. **Lapicque** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. Pierre Mollaret, *Interprétation du fonctionnement du système nerveux par la notion de subordination. Subordination et posture*, dont il a écrit la *Préface*.

NOMINATIONS.

MM. **Auguste Béhal** et **Marcel Delépine** sont désignés pour représenter l'Académie à la célébration du Cinquantième anniversaire de la fondation de la *Société Chimique de Belgique*, à Bruxelles, les 6 et 7 juin 1937.

M. **Gabriel Bertrand** est désigné pour représenter l'Académie aux fêtes du 250e Anniversaire de la fondation de la *Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch deutsche Akademie der Naturforscher*, à Halle, le 28 mai 1937.

ÉLECTIONS.

Par l'unanimité de 37 suffrages, M. **Maurice de Broglie** est élu Membre du *Conseil National des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions*, en remplacement de M. *P. Janet* décédé.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Pontificale des Sciences** annonce à l'Académie que sa *Séance d'inauguration* aura lieu le 31 mai 1937, dans la Cité Vaticane.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° F. M. da Costa Lōbo. *Théorie radiante*, Conférence faite à la Sorbonne, sur invitation de la Faculté des Sciences de Paris, le 28 mai 1936 (présenté par M. Louis de Broglie).

2° J. Franc de Ferrière. *Géologie et Pédologie. Contribution à l'étude des formations quaternaires de la plaine d'Alsace* (présenté par M. L. Cayeux).

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur la réalisation d'une variété à connexion affine par une surface plongée dans un espace affine.* Note de M. **W. Slebodzinski**, présentée par M. Élie Cartan.

Désignons par $\mathcal{G}$ le groupe des transformations linéaires unimodulaires de trois variables et par $\mathcal{E}_3$ l'espace de groupe fondamental $\mathcal{G}$. Soit $\mathcal{S}$ une surface de l'espace $\mathcal{E}_3$; on sait que, si la surface n'est pas une développable, il existe sur elle, définie d'une manière intrinsèque, une connexion affine admettant une unité d'aire (*connexion induite*) (1). Ajoutons que les coefficients du transport parallèle de la connexion induite font intervenir les dérivées partielles du troisième ordre des coordonnées du point de la surface $\mathcal{S}$.

Cela étant, il se pose d'une façon naturelle le problème suivant : *Étant donné une variété* A_2, *à deux dimensions, à connexion affine admettant une unité d'aire, existe-t-il des surfaces de l'espace* $\mathcal{E}_3$ *dont la connexion induite soit identique à celle de la variété* A_2 ? Dans le cas de l'affirmation nous dirons que la variété A_2 peut être *plongée* dans l'espace $\mathcal{E}_3$.

En se servant de la méthode du repère mobile, on réduit le problème ci-dessus à l'étude d'un système de Pfaff et l'on obtient les résultats suivants :

---

(1) É. Cartan, *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 292-295.

Désignons par M la matrice

$$\left\| \begin{matrix} \nabla_1 R_{121}^{\cdot\cdot\cdot 1} & \nabla_1 R_{122}^{\cdot\cdot\cdot 1} + \nabla_2 R_{121}^{\cdot\cdot\cdot 1} & \nabla_2 R_{122}^{\cdot\cdot\cdot 1} \\ \nabla_1 R_{121}^{\cdot\cdot\cdot 2} & \nabla_1 R_{122}^{\cdot\cdot\cdot 2} + \nabla_2 R_{121}^{\cdot\cdot\cdot 2} & \nabla_2 R_{122}^{\cdot\cdot\cdot 2} \end{matrix} \right\|,$$

$R_{12i}^{\cdot\cdot\cdot j}$ étant les composantes du tenseur de courbure de la variété A_2 et ∇_h le symbole de la différentiation covariante dans celle-ci.

I. Supposons d'abord que le rang de la matrice M soit égal à zéro; cette hypothèse entraînant la nullité de toutes les dérivées $\nabla_h R_{12i}^{\cdot\cdot\cdot j}$, la variété A_2 est, dans ce cas, à connexion symétrique, et, par conséquent, admet un groupe d'isomorphies à trois ou, si le tenseur de courbure est nul, à cinq paramètres. Toute variété de cette classe peut être plongée dans l'espace $\mathcal{E}_3$ et la surface la plus générale qui la représente dépend de deux fonctions arbitraires d'une variable. Nous dirons que la surface qui réalise la connexion A_2 est *déformable*. Dans ce sens on peut dire, par exemple, que les sphères affines impropres ([2]) peuvent être déformées l'une sur l'autre, leur connexion induite étant sans courbure.

II. Si le rang de la matrice M est égal à 1, il est en général impossible de plonger la variété A_2 dans l'espace $\mathcal{E}_3$. Pour qu'il existe des surfaces réalisant la connexion A_2, il faut que le système de Pfaff susdit soit en involution, si l'on considère comme variables indépendantes les coordonnées gaussiennes du point de la variété A_2. Si cette condition est satisfaite, la variété A_2 peut être plongée dans l'espace $\mathcal{E}_3$ et la surface la plus générale qui la représente dépend d'une fonction arbitraire d'un argument. La classe de surfaces ainsi définies comprend, entre autres, les surfaces réglées à courbure affine variable qui peuvent être déformées sans que leurs génératrices cessent d'être rectilignes. [Les surfaces réglées à courbure affine constante, étudiées par M. Blaschke (*loc. cit.*, p. 221), appartiennent à la classe I, leur connexion induite étant symétrique.]

III. Si enfin la matrice M est de rang 2, il est également, en général, impossible de plonger la variété A_2 dans l'espace $\mathcal{E}_3$; pour que le problème ait une solution, il faut et il suffit que le tenseur symétrique de composantes $a_{ij} = a_{ji}$, définies par les trois relations

$$a_{11} a_{22} - a_{12}^2 = \varepsilon \qquad (\varepsilon = \pm 1),$$
$$a_{11} \nabla_2 R_{122}^{\cdot\cdot\cdot h} - a_{12} (\nabla_1 R_{122}^{\cdot\cdot\cdot h} + \nabla_2 R_{121}^{\cdot\cdot\cdot h}) + a_{22} \nabla_1 R_{121}^{\cdot\cdot\cdot h} = 0 \qquad (h = 1, 2),$$

jouisse des propriétés suivantes : $\nabla_h a_{ij} = \nabla_i a_{hj}$. Si ces conditions sont satis-

---

([2]) W. Blaschke, *Vorlesungen über Differentialgeometrie*, II, 1923, p. 216.

faites, il existe des surfaces réalisant la connexion A_2 et elles s'obtiennent toutes de l'une d'elles par les transformations du groupe g et par la transformation de la forme suivante : $\bar{x}=x$, $\bar{y}=y$, $\bar{z}=-z$. Nous dirons que, dans le cas actuel, les surfaces réalisant la connexion A_2 sont *rigides*.

CALCUL DES VARIATIONS. — *Sur les équations de A. Haar du calcul des variations.* Note de M. **Paul Gillis**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Considérons l'intégrale n-uple

$$(1) \qquad I[z^\alpha]=\int_{D_n} F(x^i;\, z^\alpha;\, z^\alpha_i;\, \ldots;\, z^\alpha_{i_1\ldots i_q})\, d(x^i) \quad (^1)$$
$$(\alpha=1,\,2,\,\ldots,\,m;\; i=i_1=\ldots=i_q=1,\,2,\,\ldots,\,n),$$

où D_n représente une région à n dimensions, limitée par une frontière D_{n-1}, qui est une multiplicité à $n-1$ dimensions, et F une fonction définie et continue en tout point de D_n et pour tout système de valeurs des fonctions $z^\alpha(x^i)$, supposées de *classe* C^q (²). Lorsque nous nous proposons de déterminer, par la méthode classique de Lagrange, un système de fonctions $z^\alpha(x^i)$ (³), annulant la variation première de (1), nous sommes obligés de supposer *a priori*, les $z^\alpha(x^i)$ de *classe* C^{2q}. Nous ne pouvons obtenir de cette manière les extrémales de classe C^q du problème $I[z^\alpha]=\min.$; d'autre part, il résulte d'un exemple donné par M. Hadamard (⁴) que de telles extrémales peuvent exister (⁵).

A. Haar (⁶), envisageant le problème

$$(2) \qquad I[z]=\iint_D F(x,\,y,\,z,\,z_x,\,z_y)\,dx\,dy=\min,$$

(¹) Nous écrivons $z^\alpha_{i_1\ldots i_q}$ pour $\partial^q z^\alpha/\partial x^{i_1}\ldots\partial x^{i_q}$, $d(x^i)$ pour $dx^1\,dx^2\ldots dx^n$.

(²) C'est-à-dire continues, ainsi que leurs dérivées jusqu'à l'ordre q.

(³) Nous supposons données sur D_{n-1} les valeurs des $z^\alpha(x^i)$ et de leurs dérivées jusqu'à l'ordre $q-1$.

(⁴) *Comptes rendus*, **144**, 1907, p. 1092-1093.

(⁵) En vertu du lemme de Du Bois-Reymond, ce cas ne se présente pas pour les intégrales simples.

(⁶) *Journal de Crelle*, **149**, 1919, p. 1.

a démontré que l'*équation aux extrémales de classe* C^1 *de* (2) *est*

$$(3)\qquad \int_c F_{z_x}\,dy - F_{z_y}\,dz = \iint_{(c)} F_z\,dx\,dy,$$

c désignant un contour quelconque, rectifiable et fermé, du domaine D, les fonctions F_{z_x}, F_{z_y}, F_z étant rapportées aux valeurs x, y, $z(x, y)$, $z_x(x, y)$, $z_y(x, y)$. L'équation (3) subsiste lorsque nous supposons seulement les dérivées premières de $z(x, y)$ bornées et mesurables [7].

Ce résultat s'étend aisément au cas où F dépend de n variables indépendantes, de m fonctions inconnues et de leurs dérivées premières. *Les extrémales de classe* C^1 *du problème*

$$I[z^\alpha] = \int_{D_n} F(x^i;\, z^\alpha;\, z_i^\alpha)\, d(x^i) = \text{min.}$$

sont solutions du système d'équations

$$\int_{c_{n-1}} \sum_{(i)} F_{z_i^\alpha} d(i) = \int_{c_n} F_{z_i^\alpha} d(x^i) \quad [8],$$

c_n *désignant une région partielle quelconque de* D_n, c_{n-1} *sa frontière.*

Supposons, à présent, que F dépende des dérivées secondes, troisièmes, ... des $z^\alpha(x^i)$. Pour simplifier l'écriture, nous nous bornons, ici, à la considération du problème

$$(4)\qquad I[z] = \iint_D F(x, y, z, z_x, z_y, z_{xx}, z_{xy}, z_{yx}, z_{yy})\, dx\, dy = \text{min.} \quad [9].$$

Nous pouvons démontrer les propositions suivantes :

LEMME I. — *Les fonctions* $A^1(x, y)$, ..., $A^7(x, y)$, *étant continues dans* D, *si*

$$(5)\qquad \iint_D (A^1\zeta + A^2\zeta_x + A^3\zeta_y + A^4\zeta_{xx} + A^5\zeta_{xy} + A^6\zeta_{yx} + A^7\zeta_{yy})\, dx\, dy = 0,$$

pour toute fonction $\zeta(x, y)$ *de classe* C^2, *s'annulant, ainsi que ses dérivées*

---

(7) Cf. J. SCHAUDER, *Acta Litterarum ac Scientiarum*, Szeged, 4, 1928, p. 38.

(8) Les notations $F_{z_i^\alpha}$, F_{z^α} — ces fonctions étant rapportées aux valeurs x^i, $z^\alpha(x^i)$, $z_i^\alpha(x^i)$ — indiquent que nous supposons, dans l'équation, α fixe. Nous écrirons $d(i)$ pour $dx^{i+1}\ldots dx^n\, dx^1\ldots dx^{i-1}$.

(9) Nous introduisons les dérivées z_{xy} et z_{yx} par raison de symétrie.

premières, sur la frontière de D, *il vient*

$$(6)\quad \int_c \Bigg[\left\{ \int_a^x \int_b^y A^2(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta - \int_b^y A^4(x, \eta)\, d\eta - \int_a^x A^6(\xi, y)\, d\xi \right\} dy - \left\{ \int_a^x \int_b^y A^3(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta - \int_b^y A^5(x, \eta)\, d\eta - \int_a^x A^7(\xi, y)\, d\xi \right\} dx \Bigg] = \iint_c \left\{ \int_a^x \int_b^y A^1(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta \right\} dx\, dy,$$

c étant un contour quelconque fermé de D, (a, b) *les coordonnées d'un point arbitraire de ce domaine.*

Lemme II. — Réciproquement, si (6) a lieu pour tout contour c de D, (5) en résulte. Nous en déduisons immédiatement que *l'équation aux extrémales de classe* C^2 *du problème* (4) *peut s'écrire*

$$(7)\quad \int_c \Bigg[\left\{ \int_a^x \int_b^y F_{z_x}[\xi, \eta]\, d\xi\, d\eta - \int_b^y F_{z_{xx}}[x, \eta]\, d\eta - \int_a^x F_{z_{yx}}[\xi, y]\, d\xi \right\} dy - \left\{ \int_a^x \int_b^y F_{z_y}[\xi, \eta]\, d\xi\, d\eta - \int_b^y F_{z_{xy}}[x, \eta]\, d\eta - \int_a^x F_{z_{yy}}[\xi, y]\, d\xi \right\} dx \Bigg] = \iint_c \left\{ \int_a^x \int_b^y F_z[\xi, \eta]\, d\xi\, d\eta \right\} dx\, dy,$$

où nous avons posé $F_{z_x}[\xi, \eta] = F_{z_x}[\xi, \eta, z(\xi, \eta), \ldots, z_{yy}(\xi, \eta)]$, ...

Remarque. — *La méthode de la variation des variables indépendantes* nous permet d'obtenir, en outre de (7), deux autres équations auxquelles doit satisfaire toute extrémale de classe C^2. Lorsque nous supposons $z(x, y)$ de *classe* C^4, elles se réduisent à (7).

Dans le cas général (1), nous obtenons, d'une manière analogue, $m(n+1)$ équations qui se réduisent à m d'entre elles lorsque les $z^\alpha(x^i)$ sont de classe C^{2q}.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le phénomène de Gibbs dans les développements de séries de polynomes d'Hermite.* Note de M. **Charles Jacob**, présentée par M. Jacques Hadamard.

On sait depuis Fejér que le phénomène signalé par Gibbs pour les séries de Fourier disparaît quand on somme celles-ci par le procédé de la moyenne

arithmétique. M. E. Kogbetliantz a montré [1] que ce procédé ne suffit pas quand on l'applique au développement en série de polynomes d'Hermite. Il a montré aussi que le phénomène ne disparaît pas non plus, si l'on emploie la sommation généralisée de Cesàro d'ordre $\delta > 0$; il en a indiqué même la formule

$$(1) \qquad \omega_a = \mathrm{D}_a \left\{ 1 + \frac{2^{1+\delta}\Gamma(1+\delta)}{\pi} \int_0^\infty \frac{\sin u \, du}{\left[u + \pi\left(1 + \frac{\delta}{2}\right)\right]^{\delta+1}} \right\},$$

où D_a désigne le saut de la fonction.

On peut compléter l'important résultat de M. Kogbetliantz de deux façons : d'une part, par un changement dans la formule (1), d'autre part, en montrant qu'on peut arriver à faire disparaître le phénomène de Gibbs en n'appliquant le procédé de Cesàro qu'après avoir introduit un poids du $\nu^{\text{ième}}$ terme de la série égal à $1/\sqrt{\nu}$. Ce dernier résultat a été établi par nous [2] en appliquant le procédé de la moyenne arithmétique ($\delta = 1$), mais nous allons l'étendre maintenant au cas de la sommation de Cesàro d'ordre δ pour tout $\delta > 0$. On obtient ainsi finalement deux propositions dont les énoncés précis sont les suivants :

Théorème I. — *Soient les fonctions* $f(x)$ *et* $e^{c^2/2}|f(x)x^{-1}|$ *intégrables respectivement pour* $|x| \leq a_1$ *et* $a_2 \leq |x| \leq \infty$, *les nombres positifs* a_1, a_2 *étant aussi grands qu'on veut, mais fixes, et soit*

$$(2) \qquad f(x) \sim \sum_{\nu=0}^{\infty} c_\nu \mathrm{H}_\nu(x), \qquad c_\nu = \frac{1}{2^\nu \nu! \sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-u^2} f(u) \mathrm{H}_\nu(u) \, du$$

le développement de la fonction $f(x)$ *en série de polynomes d'Hermite. Si* $f(x)$ *admet un saut* D_a *au point* $x = a$ *et est continue dans l'entourage de ce point, alors en sommant la série par le procédé de Cesàro avec les poids* $g_\nu = 1$, *c'est-à-dire en formant la suite*

$$(3) \qquad f_n(x) = \sum_{\nu=0}^{n-1} \left(1 - \frac{\nu}{n}\right)^\delta c_\nu \mathrm{H}_\nu(x),$$

on a pour tout $\delta > 0$ *le phénomène de Gibbs représenté par la formule*

$$(4) \qquad \omega_a = \mathrm{D}_a \frac{2^{\delta+\frac{1}{2}}\Gamma(\delta+1)}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\xi_{\delta,1}} \frac{\mathcal{J}_{\delta+\frac{1}{2}}(t)}{t^{\delta+\frac{1}{2}}} \, dt > \mathrm{D}_a,$$

---

(1) *Annales de l'École Normale*, 3e série, **49**, 1932, p. 137-221.

(2) M. Jacob, *Giornale dell'Instituto Italiano degli Attuari*, **6**, 1935, p. 1-12.

où $\xi_{\delta,1}$ est la première racine positive de la fonction de Bessel

$$t^{-\delta-\frac{1}{2}} J_{\delta+\frac{1}{2}}(t) = \frac{1}{2^{\delta-\frac{1}{2}}\sqrt{\pi}\,\Gamma(\delta+1)} \int_0^1 (1-u^2)\cos tu\, du. \tag{5}$$

Théorème II. — *Dans les hypothèses du théorème précédent, en sommant la série* (1) *par le procédé de Cesàro avec les poids $g_\nu = 1/\sqrt{\nu}$, c'est-à-dire en formant la suite*

$$f_n(x) = \sum_{\nu=0}^{n-1} \left(1 - \frac{\sqrt{\nu}}{\sqrt{n}}\right)^\delta c_\nu H_\nu(x), \tag{6}$$

l'oscillation de cette suite au point $x = a$ s'exprime par la formule

$$\omega_a = D_a \frac{2\Gamma(\delta+1)}{\pi} \int_0^{\xi_{\delta,1}} \frac{C_{\delta+1}(t)}{t^{\delta+1}}\, dt, \tag{7}$$

où $\xi_{\delta,1}$ est la première racine positive de la fonction de W. H. Young

$$t^{-\delta-1} C_{\delta+1}(t) = \frac{1}{\Gamma(\delta+1)} \int_0^1 (1-u)^\delta \cos tu\, du. \tag{8}$$

Comme on le voit, la formule (4) du théorème I est à substituer à la formule (1) de M. Kogbetliantz, cette rectification s'impose car M. Kogbetliantz a employé dans la détermination de ω_a une expression asymptotique de Fejér [3] pour les polynomes de Laguerre $L_n^{(\alpha)}(x)$ qui est valable seulement dans un intervalle dont l'extrême gauche est fixe et positive, tandis que celle de l'intervalle considéré est variable et tend vers zéro. En conséquence l'application de la formule approchée (71), ainsi obtenue par M. Kogbetliantz dans son Mémoire précité, est à modifier comme nous l'avons fait.

En ce qui concerne le théorème II, il donne pour le développement en série de polynomes d'Hermite la même expression pour le phénomène de Gibbs que pour les développements en série de Fourier. En effet, $C_{\delta+1}(t)$ étant positif pour tout $\delta \geqq 1$, on a $\xi_{\delta,1} = \infty$, de sorte que le phénomène de Gibbs ne se présente pas pour $\delta \geqq 1$; cependant pour $0 < \delta < 1$ il existe un $\bar{\delta}$ tel que $\omega_a = D_a$ pour $\delta \geqq \bar{\delta}$ et $\omega_a > D_a$ pour $\delta < \bar{\delta}$, de sorte que le phéno-

---

(3) L. Fejér, *Comptes rendus*, **147**, 1908, p. 1040.

mène de Gibbs subsiste encore pour $\delta < \bar{\delta}$, sans se présenter jamais pour $\delta \geqq \bar{\delta}$ ([4]).

CALCUL FONCTIONNEL. — *Sur des opérations linéaires non complètement continues.* Note de M. **Robert Fortet**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Nous considérons les opérations linéaires continues U dont le contre-domaine est contenu dans le domaine, lequel est un ensemble d'objets x formant un espace vectoriel distancié complet B.

I. Appelons *opération linéaire élémentaire* toute opération U qui peut se mettre sous la forme $U(x) = \sum_{j=1}^{r} x_j \lambda_j(x)$, où $x_1, \ldots, x_r$ sont r éléments de B, et $\lambda_1(x), \ldots, \lambda_r(x)$ r fonctionnelles linéaires de x [c'est-à-dire r opérations linéaires continues faisant correspondre aux objets x les nombres $\lambda_j(x)$]. Les opérations élémentaires sont évidemment très simples : en particulier, leur itération se ramène à celle des substitutions algébriques linéaires finies ([1]).

II. Étant donné l'opération U, E désignant l'opération identique, nous posons $(E - \lambda U)^{-1} = E + \lambda U_\lambda$, pour toutes les valeurs de λ telles que $E - \lambda U$ admettent une réciproque ($U_0 = U$); U_λ est la *résolvante* de U : c'est une fonction analytique ([2]) de λ, dans son domaine d'existence; les valeurs de λ pour lesquelles U_λ n'est pas défininie sont ses valeurs singulières; si $\lambda = c$ est un *pôle* pour U_λ, l'équation homogène

$$x - c.U(x) = 0$$

admet au moins une solution non nulle; si de plus elle n'admet qu'un

---

([4]) H. Cramér, *Arkiv for Mat., Astr. och Fysik,* 13, 1919, n° 20, ; R. G. Cooke, *Proc. Lond. Math. Soc.*, 30, 1929, p. 144-164.

([1]) Ce dernier problème est résolu par M. Fréchet, dans son Mémoire sur le *Comportement asymptotique des solutions d'un système d'équations aux différences finies* (*Public. de la Faculté des Sc. de l'Université Masaryk,* 1933, fasc. 178, p. 14).

([2]) Cf. F. Riesz, *Les systèmes d'équations linéaires à une infinité d'inconnues,* p. 114 et sq. M. Riesz n'envisage que le cas des substitutions linéaires algébriques, mais ses procédés s'étendent sans dificulté.

nombre fini de solutions non nulles et linéairement distinctes, le pôle est dit *de rang fini*.

Appelons *rayon polaire* $\mathcal{R}$ de U_λ — ou de U — le plus grand nombre positif R tel que, dans tout domaine complètement intérieur au cercle $|\lambda| \leqq R$, U_λ n'admette, comme points singuliers, qu'un nombre fini de pôles de rang fini : tant que $|\lambda| < \mathcal{R}$, on peut appliquer à l'équation $x = \lambda U(x) + y$, les théorèmes classiques de Fredholm pour les équations intégrales.

On a évidemment $\mathcal{R} \geqq 1/\|U\|$; les opérations complètement continues[3] ont un rayon polaire infini (ce ne sont pas les seules d'ailleurs). On a d'autre part le théorème suivant :

Théorème I. — *Toute opération linéaire continue* U, *de rayon polaire fini* $\mathcal{R}$, *est quel que soit* $\varepsilon > 0$ (*inférieur à* $\mathcal{R}$) *la somme de deux opérations orthogonales* U_1 *et* U_2, *dont l'une*, U_1, *est une opération élémentaire, et dont l'autre* U_2, *est telle que* $\|U_2^n\| \leqq M/(\mathcal{R} - \varepsilon)^n$, U_2^n *désignant la* $n^{\text{ième}}$ *itérée de* U_2, *et* M *un nombre positif déterminé, indépendant de* n.

Il en résulte que, si $\mathcal{R} > 1$, l'itération de U est déterminée par celle de U_1, qui est connue. [Si $\mathcal{R} = \infty$, on peut dans le théorème précédent faire jouer le rôle de $\mathcal{R}$ à n'importe quel nombre positif R.]

III. Pour l'évaluation du rayon polaire $\mathcal{R}$ d'une opération U, on a les deux théorèmes suivants :

Théorème II. — *Le rayon polaire de la* $n^{\text{ième}}$ *itérée* U^n *d'une opération* U *est égal à la* $n^{\text{ième}}$ *puissance du rayon polaire de* U.

Théorème. III. — *Si l'opération linéaire continue* U, *de rayon polaire* $\mathcal{R}$, *est la somme de deux opérations* U_1 *et* U_2, *de rayons polaires* $\mathcal{R}_1$ *et* $\mathcal{R}_2$, $\mathcal{R}$ *satisfait à l'inégalité* $1/\mathcal{R} \leqq 1/\mathcal{R}_1 + 1/\mathcal{R}_2$.

Si, par exemple, U_1 est complètement continue, on trouve $\mathcal{R} \geqq \mathcal{R}_2$; si alors $\|U_2\| < 1$ et si $\|U\| \leqq 1$, on en déduit que l'itérée $n^{\text{ième}}$ U^n de U ($U^1 = U$) converge, au sens de Césaro, vers une opération limite V, et que

$$\left\| \frac{U^1 + U^2 + \ldots + U^n}{n} - V \right\| \leqq \frac{M}{n},$$

où M est un certain nombre : on obtient ainsi un théorème énoncé dans une Note récente[4] par MM. Kryloff et Bogoliouboff.

Envisageons le cas particulier d'une substitution linéaire algébrique

---

[3] Une opération U est complètement continue si elle transforme la sphère $\|x\| \leqq 1$ en un ensemble compact.

[4] *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1386.

$A(=A^1)$, dans un espace $L^{(p)}$ ([5]) à un nombre infini de dimensions $(1 \leq p \leq \infty)$, définie par ses coefficients a_{ik}; soient a_{ik}^n ceux de sa $n^{\text{ième}}$ itérée A^n; soit $A_{(p)}^n$ la substitution obtenue en supprimant dans A^n les p premières lignes et les p premières colonnes, en s'appuyant sur les théorèmes II et III, on trouve que :

THÉORÈME IV. — *Le rayon polaire $\mathcal{R}$ de la substitution* A *est égal à la borne supérieure, lorsque n et p varient, de* $1/\sqrt[n]{\|A_{(p)}^n\|}$.

MÉCANIQUE. — *Sur un compresseur à deux membranes destiné aux gaz formant avec les lubrifiants des combinaisons dangereuses.* Note de M. **Henri Corblin**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le compresseur à membrane, présenté à l'Académie par Maurice Leblanc ([1]) en 1921 a été depuis l'objet de perfectionnements importants.

Rappelons que dans ce compresseur une membrane métallique mince, pincée entre deux plateaux circulaires, oscille dans un évidement de forme générale biconique ménagé dans l'épaisseur de ces plateaux. Ce sont les oscillations de la membrane qui, par le moyen de clapets placés dans l'un des plateaux, produisent l'aspiration et le refoulement du gaz.

Un piston qui se meut dans un cylindre rempli d'huile ou de glycérine commande le mouvement de la membrane, l'huile passant du cylindre dans la cavité biconique par les trous du plateau correspondant.

Une petite pompe compensatrice remplace l'huile qui s'échappe entre le piston et le cylindre et assure l'application de la membrane sur le plateau portant les clapets en supprimant l'espace nuisible.

L'un des avantages principaux de ce compresseur est de permettre la compression des gaz à l'état de pureté, à l'abri des lubrifiants, ce qui le fait employer couramment dans les usines comprimant les gaz rares et dans les industries frigorifique et chimique.

Cependant, lorsqu'il y a un danger grave à risquer un contact accidentel entre le gaz à comprimer et le lubrifiant, on ne peut pas se contenter

([5]) L'espace $L^{(p)}$ est l'espace des points x dont les coordonnées x_i $(i=1, 2, \ldots, \infty)$ satisfont à la condition $\sum_i |x_i|^p < \infty$, pour $1 \leq p < \infty$, $|x_i|$ borné pour $p=\infty$.

([1]) *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 46.

de la membrane pour les séparer. En effet, cette membrane peut être percée soit par une particule métallique provenant des tuyauteries, soit par suite de la fatigue du métal au bout de plusieurs milliers d'heures de marche, ce qui provoque une petite fissure en un point.

On est donc conduit à employer comme fluide intermédiaire, pour actionner la membrane, en remplacement du lubrifiant, un liquide neutre, généralement de l'eau, mais il n'est pas pratique d'avoir un piston agissant directement, sans graissage, sur de l'eau, surtout si ce piston est animé d'une grande vitesse.

C'est pourquoi, dans le compresseur à deux membranes (*fig.* 1), le

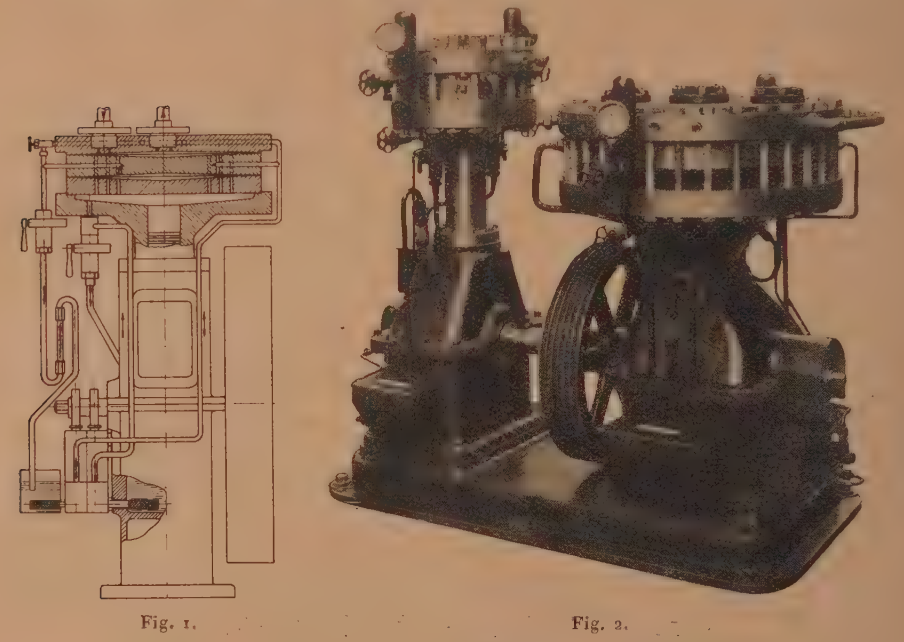


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. — 1. — Coupe schématique d'un compresseur à deux membranes.
Fig. 2. — Groupe de compresseurs à deux membranes pour oxygène pur et sec de 0 à 160^{kg}.

liquide lubrifiant déplacé par le piston est conservé, mais il n'agit plus directement sur la membrane qui s'applique contre le plateau porte-clapets. Il exerce son action sur une membrane auxiliaire dont le mouvement est transmis à la première membrane par l'intermédiaire d'un liquide neutre par rapport au gaz à comprimer et maintenu sous volume constant entre les deux membranes par une petite pompe compensatrice avec limi-

teurs de pression semblables à ceux employés dans les compresseurs à membrane unique.

Ce dispositif permet de comprimer sans risque d'accident les gaz tels que l'oxygène, le protoxyde d'azote etc., qui forment avec le lubrifiant une combinaison dangereuse.

Comme précaution complémentaire, on peut colorer le liquide lubrifiant. Si la membrane auxiliaire vient à se percer, quelques gouttes de ce liquide coloré s'introduisent dans le liquide neutre, on s'aperçoit immédiatement de la coloration de ce dernier parce qu'il passe, à la sortie de son limiteur de pression, dans un tube en verre intercalé sur son tuyau de retour au petit réservoir de liquide neutre. De même si la membrane comprimant le gaz vient à se percer, on voit immédiatement des bulles de gaz dans ce même tube de verre.

Pour comprimer le gaz en le refroidissant du mieux possible, on peut faire circuler dans le plateau monté entre les deux membranes, ainsi que dans le plateau portant les clapets, un liquide neutre refroidi artificiellement, par exemple de l'eau glacée. Le gaz se trouve ainsi compris sous forme d'une lame mince, animée d'une grande vitesse, entre deux parois froides, conditions très favorables à son bon refroidissement.

Les essais effectués avec ce compresseur à deux membranes montrent que le résultat obtenu est aussi bon qu'on peut le désirer et que le rendement avec les deux membranes est le même que celui du compresseur à une seule membrane. La force motrice supplémentaire consommée est pratiquement insignifiante.

On peut en deux phases, c'est-à-dire avec deux compresseurs à deux membranes (*fig.* 2), comprimer un gaz à 200^{kg} par centimètre carré.

HYDRAULIQUE. — *Déversoir incliné par rapport à l'axe d'un canal.* Note de MM. **Léopold Escande** et **Georges Sabathé**, transmise par M. Charles Camichel.

Dans cette Note, nous résumons certains résultats que nous avons obtenus en étudiant un déversoir vertical en mince paroi, à seuil horizontal, à lame aérée en dessous, sans contractions latérales, et placé dans un canal à section droite rectangulaire, le seuil du déversoir faisant un angle de 45° avec l'axe du canal.

Nous avons utilisé, dans le grand canal C_1 du laboratoire de Banlève,

de 4^m de largeur, plusieurs déversoirs correspondant à des hauteurs différentes p, du seuil au-dessus du fond du canal. Nous avons utilisé également un autre canal C_2, de 2^m de largeur. Dans les deux installations, les débits Q étaient mesurés à l'aide d'un déversoir type de Bazin, de 1^m de hauteur au-dessus du fond, et évalués par la formule de Rehbock 1929

$$Q = \frac{2}{3}\left(0,6035 + 0,0813\,\frac{h + 0011}{p}\right) \times l \times \sqrt{2g} \times \sqrt{h + 0,0011},$$

l étant la longueur du seuil et h la charge au-dessus du seuil.

1° *Influence de la largeur du seuil.* — Le phénomène n'étant pas plan, comme dans le cas du déversoir type, nous avons voulu nous rendre compte de l'influence de la longueur du seuil sur le débit linéaire, en comparant les résultats obtenus, pour une même valeur de p, dans les canaux C_1 et C_2. Nous avons fait cette comparaison pour $p = 0^m,75$ et pour $p = 1^m$: dans les deux cas, nous avons constaté une légère augmentation du débit linéaire, dans le canal le moins large C_2, vis-à-vis du canal C_1, sans que la divergence dépasse au maximum 1,5 pour 100.

2° *Loi de similitude.* — Nous avons comparé, en appliquant la loi de Reech, les débits obtenus sous des charges homologues avec des déversoirs tels que p ait respectivement pour valeurs 1^m et $1^m,50$ dans le canal C_1, $0^m,50$ et $0^m,75$ dans le canal C_2. Nous avons trouvé une très légère divergence vis-à-vis de la loi de similitude, les débits indiqués par les modèles les plus petits étant relativement un peu supérieurs à ceux du grand modèle, réduits suivant les règles de similitude. Les divergences demeurent toujours inférieures à 1,5 pour 100, au maximum.

3° *Forme de la surface libre.* — Dans le canal C_1, pour $p = 1^m$, puis, pour $p = 1^m,50$, nous avons déterminé la forme de la surface libre de la lame déversant sous une charge de $0^m,50$, en relevant son profil en long suivant l'axe du canal et dans des sections situées respectivement à $0^m,50$ et à $0^m,25$ des deux parois latérales.

En opérant dans des conditions homologues, dans le canal C_2, nous avons constaté que la similitude géométrique des surfaces libres n'était pas tout à fait rigoureuse : les surfaces, ramenées l'une à l'autre par réduction géométrique, ne coïncident pas rigoureusement : la surface libre, dans le petit modèle, a tendance à se placer un peu au-dessous, dès qu'on s'éloigne du seuil vers l'aval; cette différence, presque nulle au voisinage de la rive le long de laquelle le seuil déversant atteint le point le plus éloigné vers l'aval, devient de plus en plus sensible vers la rive opposée; la divergence

est d'ailleurs plus forte dans le cas de $p = 1^m$, que dans le cas où $p = 1^m,50$; c'est-à-dire lorsque les vitesses d'approche sont plus grandes. Ceci sera précisé en détail ultérieurement, comme les divers autres points de cette Note.

4° *Coefficient de débit.* — Pour nous rendre compte de l'influence de l'obliquité du déversoir sur la valeur du coefficient de débit, nous avons calculé celui-ci, en fonction de la charge, pour $p = 0^m,75$, puis $p = 1^m$ et enfin $p = 1^m,50$, dans le canal G_1. Nous avons comparé les valeurs ainsi obtenues à celles qui auraient caractérisé un déversoir type, normal au courant, pour les mêmes valeurs de p, et sous les mêmes charges.

Le coefficient de débit du déversoir incliné, d'abord égal à celui du déversoir type, pour des charges de quelques centimètres, est ensuite nettement plus faible, sans que, toutefois, la différence dépasse 5 pour 100 au maximum. On voit que la réduction du débit, résultant de l'obliquité du seuil, demeure toujours très faible.

ÉLECTRICITÉ. — *Étude théorique des collecteurs de haute tension dérivés du tore.* Note [1] de Mme MARGUERITE MOREAU-HANOT, présentée par M. Aimé Cotton.

Ainsi qu'on l'a montré qualitativement [2], certaines surfaces dérivées du tore conviendraient mieux que la sphère comme collecteurs de haute tension; il semble donc intéressant de préciser leurs propriétés électrostatiques. Dans ce but, étudions d'abord le champ créé par une charge Q régulièrement répartie sur une circonférence de rayon R.

Potentiel au voisinage d'une circonférence chargée. — Les surfaces équipotentielles étant de révolution, calculons le potentiel V, au point $P(xy)$ d'un plan XOY perpendiculaire au plan XOZ de la circonférence chargée

$$V = \frac{Q}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{d\alpha}{\sqrt{x^2+y^2+R^2-2Rx\cos\alpha}} = \frac{Q}{\pi A}\int_0^{\pi}\frac{d\alpha}{\sqrt{1-B\cos\alpha}},$$

si l'on pose

$$x^2+y^2+R^2 = A^2 \qquad \text{et} \qquad 2Rx = BA^2,$$

comme $|B|$ est toujours inférieur à l'unité, on peut développer en série

(1) Séance du 19 mai 1937.

(2) M. PAUTHENIER et Mme M. MOREAU-HANOT, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 929.

l'expression $(1-B\cos\alpha)^{-\frac{1}{2}}$; dans l'intégration, les termes d'exposant impair s'annulent, les autres peuvent être calculés par une méthode de récurrence et l'on obtient

$$V=\frac{Q}{A}\left[1+\frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{1}{2}B^2+\ldots+\frac{1.3\ldots(4n-1)}{2.4\ldots4n}\cdot\frac{1.3\ldots(2n-1)}{2.4\ldots2n}B^{2n}+\ldots\right].$$

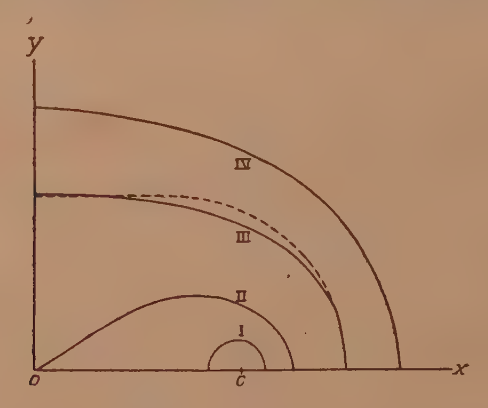
Un calcul ingénieux, dû à M. C. Pisot, permet d'évaluer cette série avec une approximation suffisante; on calcule le terme général grâce à la relation de Stirling et l'on transforme ainsi la série précédente en une somme de plusieurs séries. Parmi celles-ci, la seule qui prenne des valeurs élevées, est le développement de $-\mathcal{L}(1-B^2)$; la seconde qui reste toujours inférieure à 1/15e du terme principal, a pour valeur approchée

$$2B^2-\frac{B^4}{3}+(1-B^2)\,\mathcal{L}(1-B^2);$$

les autres peuvent être négligées. On obtient, ainsi, en définitive,

$$V\leq\frac{Q}{A}\left[1+\frac{(19-3B^2)\,\mathcal{L}\dfrac{1}{1-B^2}-(6B^2-B^4)}{16\pi\sqrt{2}}\right].$$

La figure, où le point C est la trace de la circonférence considérée,



représente le quart des méridiennes de quelques surfaces équipotentielles : parmi celles-ci, quelques-unes (I) peuvent être assimilées à des tores; d'autres (III) sont celles qui nous intéressent et que nous considérerons dans un prochain paragraphe.

Calcul du champ. — Les composantes du champ en un point P sont :

$$X = \frac{Q}{A^3}(xI - RJ), \qquad Y = \frac{Q}{A^3}yI,$$

si l'on désigne par I et J deux intégrales qu'un calcul, analogue au précédent, permet d'évaluer à 1 pour 100 près environ,

$$I = 1 + \frac{1}{\pi\sqrt{2}}\left[\frac{4B^2}{1-B^2} - \frac{1}{4}\mathcal{L}(1-B^2)\right],$$

$$J = 1 + \frac{1}{\pi\sqrt{2}}\left[\frac{4B^2}{1-B^2} - \frac{3}{4B}\mathcal{L}(1-B^2)\right].$$

Il y a lieu de faire une réserve pour le calcul de X aux points où xI et RJ étant du même ordre, l'erreur relative sur leur différence devient grande, mais cette remarque ne concerne pas les cas les plus intéressants.

Applications. — On a construit, pour un générateur à courant gazeux qui fonctionnera prochainement, un collecteur formé par la surface extérieure d'un tore à axe vertical et les deux cercles horizontaux qui s'y raccordent tangentiellement. Le diamètre équatorial est $1^m,80$ et la longueur de l'axe 1^m, sa méridienne est représentée en pointillé sur la figure; on voit qu'elle coïncide pratiquement avec l'une des méridiennes équipotentielles. Inversement, si l'on suppose la charge Q répartie sur une circonférence de rayon $R = 60^{cm}$, et qu'on calcule le potentiel aux différents points de la surface étudiée, on trouve des nombres compris entre Q/78 et Q/78 C. G. S., nombres assez voisins les uns des autres pour permettre d'affirmer que la capacité du collecteur est elle-même comprise entre 78 et 79 u. e. s. C. G. S.

Si le solide considéré est porté au potentiel V, le champ minimum (au voisinage du pôle) est Q/9500 ou V/121; le champ maximum (à l'équateur) Q/6030 ou V/77. On peut donc admettre que les potentiels explosifs entre deux solides identiques ayant leur plan équatorial commun sont les mêmes qu'entre sphères de 77^{cm} de rayon.

Enfin, supposons que l'on donne au collecteur considéré une charge telle que son champ superficiel maximum soit celui qui provoque l'ionisation de l'air (environ 30 KV/cm) le potentiel atteint, 2, 3 mégavolts, est à 4 pour 100 près le même que pour la sphère de même surface (80^{cm} de rayon); mais le champ superficiel est *inférieur à* 20 KV/cm *dans une surface d'environ* 20^{dm^2} *au voisinage de chaque pôle ;* les trous pratiqués

dans ces régions, les supports ou appareils qui s'y adaptent provoqueront donc des fuites beaucoup moindres que dans les sphères de même capacité ou de même surface.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'influence du circuit de dérivation à la terre des appareils de protection contre la foudre dans un réseau électrique.* Note (1) de M. **Georges Bodier**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les calculs relatifs à la détermination du pouvoir protecteur des parafoudres sont établis habituellement en supposant infinie la vitesse de propagation des ondes. On peut se demander quels seraient les résultats obtenus en introduisant dans les calculs la vitesse de propagation vraie.

L'expression du potentiel $U_{(xt)}$ en un point quelconque de la ligne, est ainsi la suivante :

$$U_{(xt)} = (1+a)\Phi_0 + \frac{bL-(1\pm a)x}{v}\frac{d\Phi}{dt}, \tag{1}$$

dans laquelle Φ_0 est la valeur au temps t de l'onde de tension incidente Φ au point de dérivation O du parafoudre;

x est l'abscisse du point, en prenant O comme origine, le sens positif étant celui de la propagation de l'onde incidente;

L est la longueur totale aller et retour du circuit de dérivation entre la ligne et le sol;

a et b sont des coefficients de réduction dépendant des caractéristiques des tronçons de circuit (a toujours négatif et b toujours positif);

v est la vitesse de propagation des ondes, supposée uniforme.

Dans le coefficient de x le signe adopté pour a est (—) lorsque le point considéré est à l'amont du parafoudre; (+) lorsque le point considéré est à l'aval.

Potentiel de la ligne à l'amont du parafoudre. — La formule (1) exprime que le potentiel, en un point, croît :

a) continuellement avec le temps pendant toute la durée du front de l'onde incidente;

b) lorsque l'abscisse x augmente;

c) lorsque la longueur de dérivation au sol L/2 croît.

Une valeur particulière U_1 du potentiel est atteinte pour un maximum

(1) Séance du 19 mai 1937.

$x = r$ défini par la relation

$$(2) \qquad r = \frac{U_1 - (1+a)\,\Phi_a - (1+a-b)\,\frac{L}{v}\,\frac{d\Phi}{dt}}{\frac{2}{v}\,\frac{d\Phi}{dt}},$$

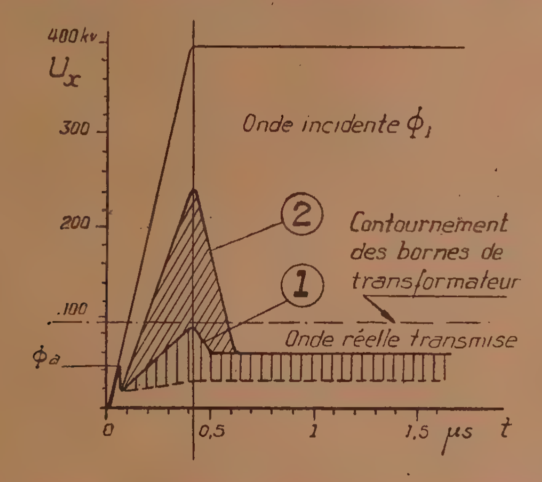
dans laquelle Φ_a est la tension d'amorçage du parafoudre.

En admettant pour valeur de U_1 la tension de contournement sous ondes de choc des isolateurs, l'application numérique faite pour les installations habituelles conduit aux remarques suivantes :

1° la valeur de r ne dépend pratiquement ni de la tension d'amorçage du parafoudre, ni de l'impédance aval du circuit à protéger;

2° la valeur de r est faible, de l'ordre de 100^m; de ce fait et de la proposition (a) nous concluons que le *parafoudre ne peut pas protéger les installations situées à l'amont.*

Potentiel de la ligne à l'aval du parafoudre. — Après le point de dérivation du parafoudre, toutes les ondes cheminent sur la ligne dans le même sens en s'éloignant de ce point, constituant par leur résultante l'onde



résiduelle. Le potentiel $U_{(xt)}$ en un point aval est le même que celui existant au point O au temps x/v précédent. Le potentiel maximum en un point quelconque est ainsi donné par le maximum de l'expression (1) dans laquelle $x = 0$.

Nous représentons par la figure ci-dessus la fonction $U_x = f(t)$ comparativement au potentiel de l'onde incidente Φ en un point quelconque à l'amont.

1° L'onde résiduelle présente une pointe de courte durée mais dont l'*amplitude peut être très élevée* suivant la raideur du front de l'onde incidente Φ et la longueur du conducteur de liaison entre la ligne et le sol.

La figure est établie à l'échelle pour une onde incidente de 400 kV et un parafoudre installé avant un transformateur de tension de service de 10kV. Les pointes de tension relatives à des longueurs simples de circuits de terre de 10 et 30m sont indiquées en (1) et (2).

2° Le trait ponctué de cette figure correspond aux calculs habituels et aux essais de laboratoire dans lesquels il n'est pas tenu compte de la résistance de la prise de terre du parafoudre.

Le fait de négliger celle-ci conduit à admettre le potentiel en un point quelconque aval, *bien inférieur* à sa valeur réelle. Indépendamment de la pointe de tension, l'erreur commise est d'autant plus grande que la tension du réseau électrique est plus faible. Ainsi, pour la basse tension, un seul parafoudre ne peut abaisser l'onde incidente Φ même supposée réduite à la tension de contournement des isolateurs, jusqu'à la tension de claquage des isolants des circuits d'utilisation. Pour les lignes à 10 kV, le potentiel U s'élève, pour une prise de terre de 20 ohms, à environ le double de la valeur indiquée habituellement.

PHYSIQUE ÉLECTRONIQUE DU SOLIDE. — *Sur le réseau électronique des éléments de transition.* Note [1] de M. **Robert Forrer**, transmise par M. Pierre Weiss.

J'ai établi [2] que les points de fusion T de la plupart des éléments satisfont à la relation

$$T = F\sqrt{N},$$

où F est un facteur voisin de 300° qui mesure l'intensité d'interaction entre les orbites électroniques, phénomène que j'ai appelé contact, et où N est le nombre de ces contacts d'un atome avec les voisins.

Mais les points de fusion des éléments de transition, qui sont très élevés, conduisent d'après cette loi, appliquée sans changement, à des nombres de contacts et par conséquent à des nombres d'électrons employés dans la construction du réseau (valence réticulaire) difficiles à admettre.

---

[1] Séance du 19 mai 1937.

[2] *Ann. de Phys.*, 4, 1935, p. 202.

Je vais développer une hypothèse qui résout la difficulté. Je remarque que tous les électrons employés jusqu'à présent pour la construction du réseau de solidification sont des électrons p. D'autre part, les électrons s qui sont porteurs de la supraconduction sont aussi susceptibles d'interaction, mais elle est incomparablement plus faible, puisqu'elle est mesurée par la température de transition de l'état supraconducteur à l'état normal, température de l'ordre de quelques degrés seulement.

Cette différence marquée entre les propriétés des électrons s et des électrons p suggère de mettre l'intensité de l'interaction en rapport avec le nombre l des quanta orbitaux. Elle serait voisine de zéro pour les électrons s pour lesquels $l = 0$, voisine de 300° pour les électrons p où $l = 1$, et voisine de 600° pour les électrons d où $l = 2$.

Or ce sont précisément des électrons d que l'on est obligé d'employer pour la construction du réseau électronique des éléments de transition de points de fusion élevés.

Considérons la série Re, Os, Ir, Pt. Avec une intensité d'interaction voisine de 600°, on trouve les nombres de contact 30, 24, 18 et 12 et, en admettant six contacts par orbite, leur valence réticulaire, c'est-à-dire le nombre d'électrons par atome employés à la construction du réseau est $n_d = 5, 4, 3, 2$.

Cette détermination de la valence réticulaire se raccorde avec les disponibilités en électrons que l'on connaît par ailleurs. On sait que l'analyse spectrale conduit à attribuer l'état s à deux électrons placés en dehors de l'étage qui est en voie de se compléter et qui est caractéristique des éléments de transition. Si nous écartons de même deux électrons pour les placer dans l'étage extérieur il reste précisément un nombre d'électrons solitaires d (de spin non compensé) égal à la valence réticulaire.

Cette identité des électrons de valence réticulaire avec les électrons solitaires à l'état d se trouve aussi dans Sc, Ti, V; Zr, Nb, Mo; et Th, toujours en admettant deux électrons à l'état s.

Dans les éléments Ru, Rh; Hf, Ta, W par contre, on trouve cette identité, si l'on admet qu'un seul électron se trouve à l'état s.

En choisissant un exemple dans chaque catégorie, on peut donner la formule électronique de Ir et W :

	5s.	5p.	5d.	6s.
Ir...............	2	6	2 2[[1 1 1]]	2
W...............	2	6	[[1 1 1 1 1]]	1

où les électrons réticulaires, qui sont en même temps des orbites solitaires, sont entre doubles crochets pour indiquer la construction d'un réseau électronique par des contacts d'intensité double.

Deux conclusions importantes se dégagent de cette étude :

1° *L'intensité d'interaction* F *est proportionnelle au nombre quantique* l *orbital*

$$F = l . F_p,$$

où F_p, de l'ordre de 300° est l'intensité de contact pour les électrons $p(l=1)$.

2° *Les électrons orbitaux qui*, d'après leur emploi dans le système périodique, *sont des électrons solitaires, sont précisément ceux qui servent à la construction du réseau*. Leur nombre est la valence réticulaire.

MAGNÉTISME. — *Sur les cycles de recul des aciers à aimant.*
Note [1] de M. **Henri Lacoste-Tayan**, présentée par M. Aimé Cotton.

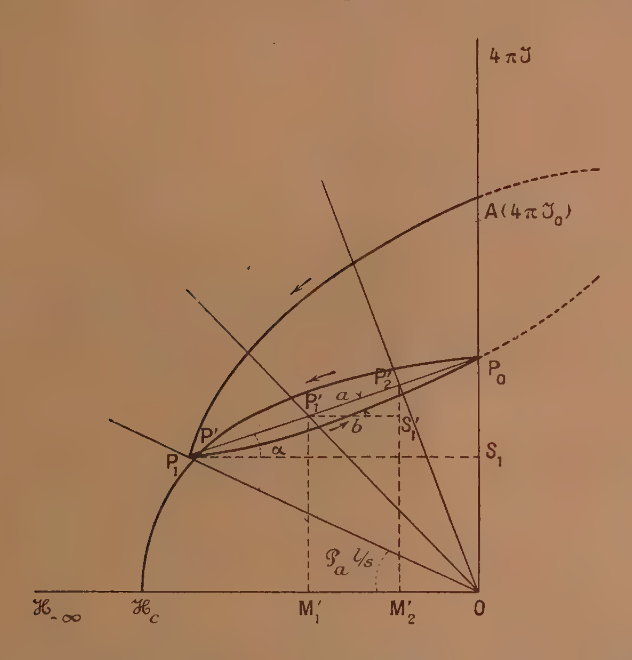
L'état magnétique d'un aimant, parfaitement aimanté et stabilisé, est entièrement déterminé à chaque instant par les conditions de la partie extérieure du circuit magnétique dont il fait partie. Il est figurable par un point toujours situé dans le quadrant des H négatifs et des $4\pi I$ positifs, et à l'intérieur de la courbe obtenue en passant de la saturation positive à la saturation négative (branche supérieure de cycles d'hystérèse du métal). Lorsque l'aimant est employé sans armature, son aimantation résiduelle ne dépend que de la perméance aérienne, déterminée elle-même par la forme et les dimensions géométriques de la pièce. Le point figuratif se trouve alors sur la courbe même. Lorsqu'il est employé armé, c'est-à-dire avec un circuit extérieur complexe, air et fer, le point figuratif de l'état magnétique se trouve sur la branche remontante d'un cycle partiel $P_1 P_0$ par exemple.

L'armement peut être plus ou moins complet. Un court-circuit parfait ramène ce point en P_0 sur l'axe OA ; un armement partiel le laisse quelque part sur la ligne de recul partant du point P_1 qui définit l'aimantation en circuit ouvert.

Si l'armement est périodiquement variable comme dans les magnétos, le point figuratif de $4\pi I$ décrit une bouche auxiliaire fermée, dont les

(1) Séance du 3 mai 1937.

limites extrêmes sont pratiquement H résiduel et $H = 0$, bien que les branches montante et descendante se coupent en un point P′ différent de P_1.



L'étude de ces boucles faite systématiquement a mis en évidence les points suivants :

1° Ces boucles se ferment exactement et sont d'autant plus aplaties que la coercivité de l'acier est plus grande ;

2° Elles diffèrent un peu de la droite joignant les valeurs extrêmes de $4\pi I$;

3° L'énergie volumique dégradée dans chaque boucle

$$\frac{W}{V} = \int_{I_1}^{I_0} H\, dI$$

(et représentée par la surface de celle-ci au facteur $1/4\pi$ près) est faible (²).

Je donnerai comme exemples les résultats suivants :

(²) La surface de la boucle a été obtenue au planimètre, mais on aurait pu, avec une précision très suffisante, assimiler chaque boucle à une ellipse très aplatie.

Acier à 6 % *de* Tu ($4\pi I_0 = 11400$ Gs, Hc = 55 Œ).

H résiduel.	$4\pi I_1$.	$4\pi I_0$.	Écart max. *ab*.	Écart max. entre branches.	$\frac{W}{V}\ \frac{\text{ergs}}{\text{cm}^3}$.	$\rho = \frac{\Delta(4\pi I)}{\Delta H}$.
54,7........	275	3550	225	600	2030	59,8
54,0........	2125	5325	175	400	1370	59,3
51,5........	4775	7675	140	400	1270	56,4
46,0........	7000	9200	75	225	575	47,9
35,2........	9000	10325	50	115	260	37,0

Acier à 10 % *de* Co ($4\pi I_0 = 10450$ Gs, Hc = 121 Œ).

118,0.......	1200	4575	175	575	3720	28,6
111,2.......	3250	6375	150	500	3180	27,9
103,5.......	4750	7450	135	375	2035	26,0
91,5.......	6200	8325	90	225	975	23,3
56,0.......	8600	9700	15	50	100	19,6

Acier à 35 % *de* Co ($4\pi I_0 = 10430$ Gs, Hc = 238 Œ).

235,5.......	750	4050	190	450	5180	14,1
222,2.......	3425	6350	115	375	4285	13,4
188,3.......	6100	8300	70	160	1390	11,7
127,5.......	8200	9600	10	60	640	11,0
62,5.......	9600	10150	0	20	40	8,8

La pratique industrielle qui confond ces boucles avec la droite joignant les valeurs extrêmes de $4\pi I$ est suffisamment justifiée.

Remarquons en effet que, par leur nature même, deux aimants ayant même composition chimique et subissant des traitements réputés identiques, sont physiquement différents.

Notons enfin que la perméance intérieure de l'aimant, définie par le rapport $\Delta\Phi/\Delta F$ en chaque point est pratiquement indépendante du degré d'armement. Le rapport de la variation $\Delta\Phi$ du flux à la variation ΔF de la force magnétomotrice, obtenue par augmentation de la perméance aérienne, par exemple (point P'_2) est pratiquement constant le long d'une branche de recul. Il est égal au produit du facteur même de recul ρ par la constante s/l ne dépendant que des dimensions de l'aimant.

ÉMISSION LUMINEUSE. — *Sur une loi d'émission d'un rayonnement à spectre contenu (lumière blanche) par les tubes au xénon.* Note de M. **Marcel Laporte**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous avons montré (¹) que l'intensité lumineuse d'un segment de tube électroluminescent est, en général, indépendante de la direction d'émission : si l'on désigne par I_α, l'intensité dans une direction qui fait l'angle α, avec la normale au tube, la relation $I_\alpha = \text{const.}$ est équivalente à la relation $B_\alpha = B_0/\cos\alpha$ entre les brillances du tube dans la direction α et la perpendiculaire au tube, ou encore, à la relation $B_\alpha/d_\alpha = B_0/d_0$ qui indique que la brillance d'un élément de volume de gaz luminescent dans une direction est proportionnelle à l'épaisseur de cette source dans cette direction.

Il a été remarqué que cette loi ne saurait s'appliquer que pour les radiations que le gaz n'absorbe pas; elle est en particulier inapplicable aux lampes à vapeur de sodium dont l'émission dans le visible est presque uniquement constituée par la radiation de résonance très absorbable; de telles lampes émettent suivant la loi de Lambert $I_\alpha = I_0 \cos\alpha$.

Lorsque la loi s'applique, la détermination du flux lumineux total, émis par un tube de longueur L, est donnée par la formule $\Phi = 4\pi i L$ et se ramène à la mesure facile de l'intensité lumineuse i, émise par un segment de tube de longueur unité.

Il a été indiqué d'autre part (²) qu'un tube à xénon en série avec un thyratron, dont la grille est convenablement polarisée, émet, lorsqu'il est traversé par la décharge d'un condensateur, un spectre presque rigoureusement continu dans le visible et l'ultraviolet (observé jusqu'à 2000 Å).

Nous avons étudié la loi d'émission lumineuse, en fonction de la direction, pour un segment de 55^{mm} d'un tube à xénon (pression 5^{mm}; diamètre 10^{mm}; longueur 1^{m}) excité dans les conditions ci-dessus.

On a utilisé un photomètre de Lummer et, comme source de comparaison, une lampe à incandescence (avec interposition de deux verres bleus), placée à deux mètres du tube. On constate que, lorsque le tube émet normalement à sa direction, l'égalité d'éclairement des plages est réalisée lorsque le

---

(¹) *Rev. d'Optique*. **12**, 1933, p. 21.

(²) *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1240.

photomètre est à 111^{cm} de la lampe, position que trois observateurs normaux fixent à deux centimètres près.

La même position est retrouvée, dans les mêmes limites de précision, lorsque l'angle de la normale au tube avec la direction d'émission vers le photomètre varie de zéro à 70 grades ([3]).

L'existence de cette loi d'émission facilite la photométrie des tubes lumière blanche, en ramenant, comme il a été expliqué, la mesure du flux lumineux total à celle de l'intensité émise par un centimètre de tube ([4]), elle rend probable que le gaz n'absorbe pas de façon sensible ses propres radiations (tout au moins les radiations visibles); il y aura lieu de tenir compte de ce résultat expérimental dans les tentatives d'explication du mécanisme de l'émission du spectre continu.

RADIOACTIVITÉ. — *Matérialisation de l'énergie des rayons* β *du* Th (B + C). Note ([1]) de M. **Mohammad Monadjémi**, présentée par M. Jean Perrin.

L'étude théorique et expérimentale de la création des paires sous l'action des rayons γ et β des corps radioactifs a été étudiée par différents auteurs.

D'après la théorie, les rayons γ et les rayons β d'une énergie plus grande que 10^6 eV peuvent se matérialiser en donnant un positon et un négaton et la matérialisation des rayons γ est plus grande que celle des rayons β.

Les résultats sur la matérialisation des rayons β obtenus par Skobelzyn et Stepanowa ([2]), avec la chambre de Wilson, n'étaient pas en accord avec la théorie et n'avaient pas été retrouvés par d'autres auteurs travaillant avec les compteurs ([3]); ils indiquaient pour la matérialisation des rayons β une valeur 100 fois plus grande que celle des rayons γ et à nombre égal d'atomes absorbants la probabilité moyenne de production des positons par les particules β, dont l'énergie est comprise entre 1 et 3 millions de volts est proportionnelle à Z (nombre atomique de l'écran employé).

J'ai entrepris l'étude de la matérialisation des rayons β par la méthode

([3]) L'expérience n'a pu être poussée au delà, l'écran qui limite le segment de tube commençant à intercepter la lumière.

([4]) Marcel Laporte et François Gans, *Rev. d'Optique*, 15, 1936, p. 321.

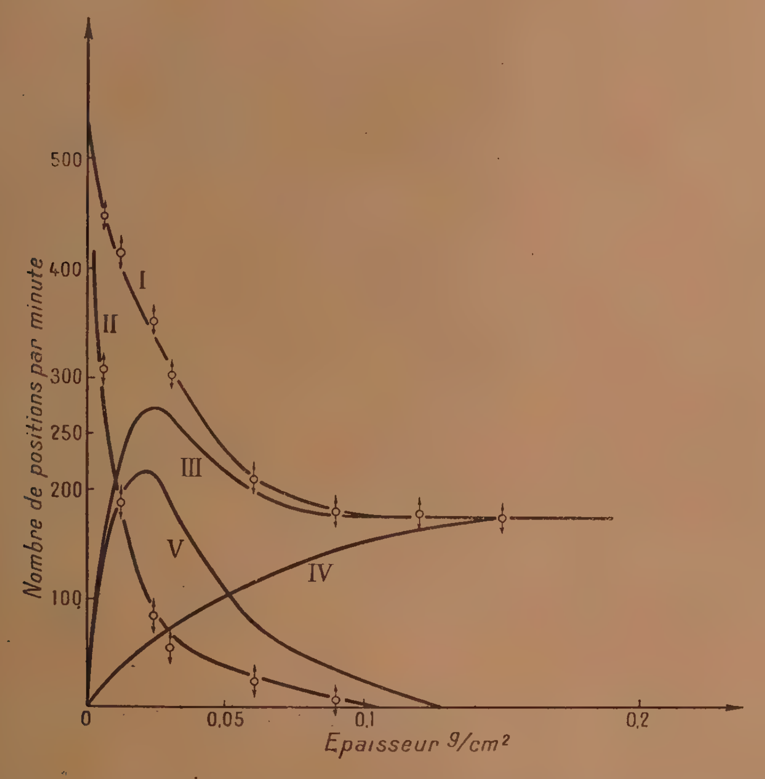
([1]) Séance du 10 mai 1937.

([2]) *J. Phys.*, 6, 1935, p. 1.

([3]) Benedetti, *J. Phys.*, 7, 1936, p. 211; Alichanow-Alichanian, *J. Phys.*, 7, 1936, p. 163.

de la trochoïde qui permet de séparer et focaliser les positons et les négatons ([4]). La forme des pièces polaires de l'électroaimant a été modifiée de façon à augmenter le gradient du champ magnétique. Les positons étaient reçus dans un compteur de Geiger-Muller. La source était constituée par un fil de cuivre de 2/10e de millimètre de diamètre, activé par le dépôt actif de Th(B + C).

Des recherches antérieures de Benedetti par la même méthode avaient donné des résultats négatifs. Dans ses expériences le gradient du champ



magnétique était trop faible, de sorte que les positons étaient obligés de traverser l'écran plusieurs fois et les plus énergiques seulement pouvaient atteindre le compteur.

Résultats. — La courbe I correspond à une série d'expériences qui a été

([4]) THIBAUD, *Phys. Review*, 45, 1934, p. 781.

faite en plaçant des écrans d'aluminium d'épaisseur croissante sur la source.

La courbe II correspond à une série d'expériences faites en plaçant des écrans sur le trajet des positons et loin de la source. Ces deux courbes ne coïncident pas, ce qui montre que lorsque les écrans sont placés sur la source et subissent le bombardement des rayons γ et β, il y a création de positons dont le nombre est donné par la différence des ordonnées des deux courbes (courbe III).

La courbe IV correspond à la matérialisation des rayons γ et est obtenue de la même manière que la courbe III, mais en laissant toujours sur la source un écran de cellophane assez épais pour absorber les rayons β.

La courbe V — différence entre les courbes III et IV — donne le nombre de positons dû à la matérialisation des rayons β. Sur cette courbe le nombre de positons augmente jusqu'à une épaisseur de l'écran de 0,023 g/cm², ensuite il décroît et s'annule aux environs de 0,13 g/cm². Cette courbe est en accord avec celle obtenue par Da Silva ([5]) (chambre de Wilson), en tenant compte que dans notre cas les écrans sont traversés en moyenne quatre fois et qu'on doit donc multiplier par 4 les abscisses.

En remplaçant les écrans d'aluminium par des écrans de cellophane et de cuivre, nous avons trouvé qu'à masse superficielle égale; le rendement pour la création de paires est de même ordre que dans l'aluminium et la probabilité de matérialisation serait donc proportionnelle à Z, tandis que la probabilité de matérialisation des rayons γ est proportionnelle à Z^2. Ce résultat, ainsi que la section efficace de matérialisation que je trouve sont en accord avec ceux obtenus par Skobelzyn et Stepanova, et par Da Silva.

Les expériences faites avec une source de $RaBr^2$ ont donné des résultats analogues en ce qui concerne la matérialisation des rayons β.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination de l'hydratation des ions du nitrate de calcium.* Note de MM. **François Bourion** et **Émile Rouyer**, présentée par M. Georges Urbain.

Comme dans des recherches antérieures analogues, nous avons fixé l'hydratation globale des ions du nitrate de calcium en solution aqueuse, en faisant l'étude par voie cryoscopique des équilibres moléculaires de la

([5]) *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 2070.

résorcine dans les solutions de ce sel, de manière que la constante d'équilibre

$$K_3 = \frac{c^3}{c'} = \frac{3C(330\Delta - ak')^3}{4a^2k'^2(3ak' - 330\Delta)}$$

ait la même valeur [1] que dans l'eau, complétant ainsi des études précédentes, relatives aux sels alcalins et alcalino-terreux [2].

Nous avons étudié successivement les solutions de nitrate de calcium 0,5 M et 0,25 M. Nous avons observé :

	$(NO^3)^2Ca$ 0,25 M; $k' = 20,35$.		$(NO^3)^2Ca$ 0,5 M; $k' = 22,3$.	
Concentration.	Δ.	K_3.	Δ.	K_3.
0,250	0,492	1,409	0,568	–
0,375	0,721	1,833	0,819	–
0,500	0,945	2,238	1,064	–
0,625	1,163	2,573	1,299	–
0,750	1,376	2,831	1,533	2,991
0,875	1,582	2,978	1,761	3,112
1,000	1,788	3,145	1,993	3,319
1,125	1,988	3,218	2,222	3,473
1,250	2,189	3,307	2,451	3,616
1,375	2,393	3,418	2,675	3,679
1,500	2,601	3,551	2,899	3,728
1,625	2,802	3,583	3,127	3,799
1,750	3,002	3,586	3,351	3,807
1,875	3,200	3,550	3,579	3,828
2,000	3,403	3,541	3,813	3,873
2,125	3,617	3,596	–	–
2,250	3,832	3,628	–	–
2,375	4,056	3,696	–	–
2,500	4,275	3,695	–	–
2,625	4,501	3,711	–	–

On voit que, pour la concentration 0,5 en nitrate de calcium, il n'y a pas de valeur constante pour le paramètre K_3 qui croît continuement avec la concentration en résorcine, tandis que pour la concentration 0,25 en $(NO^3)^2Ca$, on observe une constance très convenable de K_3 pour $k' = 20,35$ dans l'intervalle de concentration en résorcine qui s'étend de $C = 1,250$

(1) F. Bourion, E. Rouyer et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1015.

(2) F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1111; 197, 1933, p. 52; 198, 1934, p. 175; F. Bourion et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1489.

à $C = 2,250$ et l'on calcule aisément par extrapolation, en utilisant les valeurs de K_3 correspondant à $k' = 20,35$ et à $k' = 20,4$, que $K_3 = 3,500$ pour $k' = 20,371$.

Calcul de l'hydratation globale des ions pour $(NO^3)^2Ca$ 0,25M. — Le pour cent x de l'eau fixé sur le sel est

$$x = \frac{100(20,371 - 18,4)}{20,371} = 9,67.$$

D'autre part, la densité de la solution de nitrate de calcium 0,25 M montre que la masse de nitrate de calcium par 100g d'eau est

$$\frac{164/4 \times 100}{998,61},$$

d'où l'on déduit le nombre de molécules d'eau fixé sur une molécule de nitrate de calcium

$$\frac{\dfrac{9,67 \times 164}{\dfrac{164}{4} \times 100}}{989,61 \times 18} = 21,252.$$

L'hydrate correspondant aux solutions de nitrate de calcium 0,25 M est donc

$$(NO^3)^2Ca\ 21,3\ H^2O.$$

Si nous considérons l'hydratation de l'ion nitrique comme nulle ainsi que nous l'avons indiqué précédemment ([3]), le degré de l'hydratation du nitrate est aussi celui de l'ion calcium Ca à la concentration 0,25, de telle sorte que l'hydrate de l'ion calcium est

$$\underset{++}{Ca}\ 21,3\ H^2O,$$

très voisin de celui que nous avons trouvé à partir du chlorure de calcium à la même concentration 0,25, soit ([3])

$$\underset{++}{Ca}\ 22,6\ H^2O.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la corrosion des assemblages*. Note de MM. **Jean Cournot** et **Marc Baudrand**, présentée par M. Léon Guillet.

La présente Note résume les résultats obtenus dans la deuxième partie d'une recherche dont nous avons précédemment exposé les débuts ([1]). Les

---

([3]) F. Bourion, E. Rouyer et Mlle O. Hun, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1420.

([1]) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1359.

alliages essayés et les natures de rivets sont restés les mêmes, ainsi que les dimensions des éprouvettes, leur mode de préparation et les méthodes d'attaque et d'appréciation de la corrosion.

Nous avons étudié cette fois-ci les altérations d'assemblages de deux tôles de *nature différente*, rivées à la presse; nous n'avons pas réalisé sur nos alliages tous les cas possibles, conservant seulement les types d'assemblages rationnels du point de vue construction aéronautique.

Le tableau ci-après groupe les résultats de pertes de poids (en pour 100 × 1000); chaque case renferme les pertes de poids relatives aux assemblages des deux alliages portés au début de la ligne et en haut de la colonne correspondante; dans chaque case, chacune des trois lignes se rapporte à une nature différente des rivets :
— ligne supérieure : rivets nus en alliage léger à haute résistance;
— ligne intermédiaire : les mêmes rivets, cadmiés;
— ligne inférieure : rivets en acier inoxydable type 18.8;
enfin, chaque ligne d'une case comprend deux nombres : celui de gauche représente la perte de poids de l'élément nommé en début de ligne; celui de droite, la perte de poids de l'élément nommé en haut de colonne.

	Alliage léger HR plaqué Al.	Alliage léger au magnésium.	Acier inoxydable.	Acier chrome-molybdène.	Acier Ni-Cr demi-dur.	Acier Ni-Cr auto-trempant.
Alliage léger HR.	3,7-9,5 3,7-7,4 –	2,0-18,5 1,6-18,2 –	9,7-0,20 8,9-0,14 14,0-0,18	0,6-12,8 0,4-11,5 –	0,8-13,7 1,0-13,6 –	1,0 -15,4 0,7 -13,0 –
Alliage léger HR plaqué Al.	– – –	3,5-14,5 3,2-14,7 –	14,0-0,27 13,1-0,20 15,5-0,24	3,1-11,9 2,0-11,5 –	6,2- 9,7 6,0- 9,6 –	7,7 -12,7 5,6 -12,5 –
Alliage léger au Mg.	– – –	– – –	26,9-0,12 19,1-0,05 29,3-0,09	23,3- 4,3 27,2- 3,4 –	32,1- 2,7 31,0- 2,3 –	34,7 - 1,7 29,7 - 1,5 –
Acier inoxydable.	– – –	– – –	– – –	– – 0,11-14,3	– – 0,12-17,7	– – 0,07-19,6

L'attaque n'est pas homogène sur les deux faces, car elle dépend de la nature de l'élément en contact avec la tête de rivet; d'autre part, elle atteint son effet maximum au contact des deux éléments et autour des rivets (effet de contact, écrouissage de rivetage et aération réduite); il en résulte que les essais mécaniques sur les régions éloignées de quelques centimètres de la zone de contact, ne donnent pas de résultats bien nets.

Les pertes de poids du tableau ci-dessus sont au contraire fort régulières et caractérisent bien la corrosion des divers éléments : on remarque la tenue défavorable de l'alliage léger au magnésium par rapport à tous les

autres alliages, et, au contraire, l'excellente tenue des alliages légers à haute résistance par rapport aux aciers, l'acier inoxydable mis à part; c'est évidemment ce dernier qui offre la meilleure résistance aux altérations. On note également, dans l'ensemble, une amélioration avec les rivets cadmiés.

Nous poursuivons nos recherches sur assemblages soudés.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une application de la luminescence à l'analyse quantitative : micro-dosage de l'élément samarium.* Note de MM. **Marcel Servigne** et **Étienne Vassy**, présentée par M. Georges Urbain.

Depuis longtemps, W. Crookes, Lecoq de Boisbaudran, G. Urbain ont donné des méthodes particulièrement sensibles de recherche des éléments rares en mettant à profit la phosphorescence cathodique. L'un de nous [1] a signalé une nouvelle méthode de ce genre pour la *recherche qualitative des mêmes éléments*, du samarium en particulier. Cette méthode consiste à observer au spectroscope l'émission des centres luminogènes à éléments de terres rares renfermés dans un diluant tel que le tungstate de calcium chimiquement pur, et dont la photoluminescence est excitée, vers 100°C, dans un tube à décharge. C'est ainsi qu'on peut facilement déceler les étroites bandes principales de l'émission rouge du samarium, jusqu'à des teneurs de cet élément de l'ordre de 10^{-6} g. par gramme de diluant.

Il a paru intéressant d'examiner s'il était possible de faire, dans les conditions précédentes, *un dosage quantitatif* de chacun des éléments de terres rares, du samarium pur par exemple, en appliquant les méthodes habituelles de la photométrie photographique.

La source de lumière était une longue ampoule tubulaire excitée, dans les conditions déjà décrites [2], par un courant maintenu constant. Dans cette ampoule, les échantillons à comparer étaient répartis sur des surfaces égales, régulièrement espacées. Ces échantillons étaient constitués par un diluant unique, le tungstate de calcium, renfermant des teneurs par gramme de diluant respectivement égales à $1,07.10^{-4}$g;

(1) M. Servigne, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 863.

(2) M. Servigne, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1247.

0,820.10^{-4}g; 0,410.10^{-4}g; 0,164.10^{-4}g et 0,082.10^{-4}g de samarium. L'uniformité de texture de ces différentes solutions solides avait été obtenue, après broyage, par sélection des microcristaux de dimensions sensiblement fixes. Le tube cylindrique, d'un diamètre intérieur de 12^{mm}, était alimenté sous 600 volts et 310 milliampères. La température de régime de toutes les substances excitées dans les mêmes conditions demeurait égale à 80° C.

La lumière émise par une région déterminée du tube pouvait être concentrée, à l'aide d'une lentille de 9^{cm} de distance focale, sur la fente d'un spectrographe ouvert à $f/9$ et donnant dans la région 6500 Å une dispersion d'environ 80 Å par millimètre. On obtenait ainsi sur plaque Ilford Hypersensitive Panchromatic, en 12 secondes, un spectre s'étendant sur toute la région visible. La largeur de la fente du spectrographe avait été choisie de façon que, sur la plaque, la largeur des bandes étroites du Samarium soit d'environ $0^{mm},5$. Cette largeur donnait encore une bonne séparation des bandes voisines tout en permettant d'éviter les difficultés inhérentes à la photométrie des raies (effet Eberhard, grain de l'émulsion, etc.).

Il s'agissait, au moyen du dispositif précédent, de comparer les intensités d'une *même bande* d'émission due au samarium des différents échantillons. On devait, en particulier, fixer la relation qui lie ces intensités aux concentrations correspondantes en élément actif. Pour cela, les spectres d'émission des substances étudiées ont été photographiés sur une même plaque. De plus, dans le but de graduer cette plaque, on a également photographié le spectre d'émission de l'échantillon le plus concentré en samarium, après avoir affaibli cette émission dans des rapports connus, au moyen d'écrans absorbants placés successivement sur la lentille de projection.

Les densités de tous les spectres obtenus ont été ensuite mesurées après enregistrement au microphotomètre de Chalonge et Lambert et l'on a construit les courbes de gradation. Nous nous sommes limités, dans cette partie du travail, à la région spectrale comprenant l'étroite bande dont le maximum est à 6357 Å : c'est une des bandes d'émission de luminescence qui persiste pour les grandes dilutions des centres samarifères et c'est aussi une des bandes pour laquelle l'intensité du fond continu, dû aux autres centres émetteurs du diluant, est minimum. Il était ici indispensable de tenir compte de cette émission continue, car elle se superpose dans tous les spectres à la bande 6357 Å avec une intensité qui dépend de la concentration en samarium. C'est en opérant par différence que nous avons fait

la part de l'intensité propre de la bande principale choisie, après mesure dans son voisinage immédiat de l'intensité du fond continu.

Les opérations précédentes nous ont permis de comparer entre elles les émissions des échantillons étudiés sans sortir de la partie rectiligne des courbes de gradation ; ce fait justifie, parmi différentes raisons, le choix des concentrations en samarium fixées plus haut, c'est-à-dire comprises entre 10^{-4} et 10^{-2} g. par gramme de substance. Nous avons ainsi trouvé que, dans le cas particulier du samarium en solution solide très diluée, *l'intensité de la bande étudiée est proportionnelle à la concentration de l'élément actif.*

Ce dernier résultat permet d'appliquer la méthode précédente au microdosage du samarium. La précision obtenue dans ces mesures est d'environ 5 pour 100.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'altération des métaux par le tétrachlorure de carbone en présence d'eau.* Note de MM. **René Dubrisay** et **Georges Arditti**, présentée par M. Marcel Delépine.

On admet en général (1) que l'altération des métaux par le tétrachlorure de carbone en présence d'eau est liée à l'hydrolyse de ce liquide suivant une des réactions

$$CCl^4 + H^2O \rightleftharpoons COCl^2 + 2ClH,$$
$$CCl^4 + 2H^2O \rightleftharpoons CO^2 + 4ClH.$$

De fait, contrairement à ce qui a parfois été annoncé, nous avons pu constater qu'en l'absence d'air l'hydrolyse du tétrachlorure avec production d'acide chlorhydrique se manifestait lentement même à froid, plus rapidement à chaud (2).

Cependant, il ne semble pas que dans tous les cas on puisse expliquer l'attaque des métaux par la simple action de l'acide chlorhydrique libéré. Tout d'abord, les divers métaux se comportent de façon différente ; un certain nombre d'entre eux (aluminium, argent, platine) sont pratiquement inaltérés ; d'autres, au contraire, comme le cuivre, le zinc, le fer, le magné-

(1) Ullmann, *Dictionnaire de Chimie technologique,* Berlin, 3, 1929, p. 362 ; Elmanovitsch, *Chem. Zent.,* 1, 1933, p. 503.

(2) On trouve, au bout de 20 jours $0^{mg},42$ de chlore dans 10^{cm^3} d'eau et $0^{mg},84$ au bout de 40 jours, si l'on travaille dans des tubes pyrex.

sium, réagissent lentement à froid, beaucoup plus rapidement à chaud. Même pour ces derniers métaux, une expérience très simple permet de montrer que le mécanisme de la corrosion est variable : dans un tube en Y retourné, on verse de l'eau et du tétrachlorure ([3]) puis on place le métal étudié soit dans la couche aqueuse, soit dans le tétrachlorure de carbone. On fait le vide par la branche supérieure de l'Y, on scelle et l'on constate que dans le cas du cuivre, par exemple, il y a corrosion quand le métal est plongé dans l'eau et pas quand il est baigné par le tétrachlorure : l'inverse se passe pour le zinc.

Au bout de trois mois, dans le cas de ce second métal, on ne trouve dans l'eau que des quantités infimes de zinc, et une petite quantité de chlore (2^{mg} pour 20^{cm^3} d'eau). Mais dans la couche de tétrachlorure on observe au contact du métal un abondant précipité blanc, insoluble dans l'eau, constitué en majeure partie tout au moins par de l'oxychlorure de zinc ([4]). Certains auteurs ([5]) ayant proposé de préparer le chloroforme en réduisant à chaud le tétrachlorure par un métal en poudre (zinc ou fer) imbibé d'eau pure ou acidulée, nous avons recherché le chloroforme dans le tétrachlorure extrait du tube en Y, et obtenu une odeur de carbylamine très nette par action de l'aniline en milieu alcalin. Nous admettrons donc que, au moins schématiquement il y a réduction du tétrachlorure par l'hydrogène naissant produit par action du zinc sur l'eau ou l'acide dilué.

Avec le cuivre, le phénomène est tout différent. Comme il a été dit, il n'y a aucune apparence de corrosion si le métal plonge dans le tétrachlorure. S'il baigne dans la phase aqueuse, cette phase est fortement colorée en bleu et l'analyse décèle des quantités notables de cuivre (11^{mg} au bout de trois mois) en même temps que des cristaux blancs de chlorure cuivreux se forment au contact de la lame métallique. On est conduit d'abord à supposer qu'il y a corrosion par action simultanée de l'acide chlorhydrique et de l'oxygène existant dans les gaz occlus par le métal. Mais nous avons, au temps près observé rigoureusement les mêmes phénomènes en utilisant soit du métal chauffé longtemps dans le vide poussé, soit même du cuivre obtenu par réduction d'oxyde par l'hydrogène que nous introduisions dans

---

([3]) Purifié par la méthode de Schmitz et Dumont (*Chem. Zeits.*, 21, 1897, p. 511), suivie d'une distillation sur le cuivre ou le nickel.

([4]) On trouve, à l'analyse, Zn 66 pour 100 et Cl 17 pour 100, ce qui se rapproche de la composition d'un oxychlorure connu $ZnCl^2$, $3ZnO$, $2H^2O$ (Zn 64 pour 100 et Cl 17 pour 100).

([5]) Geuther, *Ann. der Chem.*, **107**, 1858, p. 214.

une ampoule scellée à l'intérieur du tube en Y, sans avoir subi le contact de l'air. Nous sommes donc conduits à schématiser la marche du phénomène par une des réactions suivantes :

$$CCl^4 + H^2O \rightleftharpoons COCl^2 + 2\,ClH \quad \text{et} \quad COCl^2 + Cu \rightarrow Cl^2Cu + CO,$$

ou

$$CCl^4 + H^2O \rightleftharpoons CO + Cl^2 + 2\,ClH \quad \text{et} \quad Cu + Cl^2 \rightarrow Cl^2Cu,$$

le chlorure cuivrique se transformant en chlorure cuivreux au contact du métal.

Cette hypothèse se trouve justifiée par l'analyse des gaz dégagés au cours de la réaction et recueillis grâce à un dispositif spécial. Dans une attaque faite à 50°, au bout de 250 heures on avait obtenu 15$^{cm^3}$ de gaz (non condensables à — 80°) contenant 91,9 pour 100 d'oxyde de carbone et dans une expérience conduite à froid, au bout de trois mois et demi, on recueillait 1$^{cm^3}$,9 de gaz avec 72 pour 100 d'oxyde de carbone.

Nous publierons ultérieurement les résultats obtenus avec d'autres métaux et des solvants halogénés différents.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation de l'hydroquinone par l'air en présence de sulfite de n-butylammonium*. Note de Mlle **Yvonne Garreau**, présentée par M. Georges Urbain.

L'étude de l'oxydation de l'hydroquinone en présence de sulfite d'ammonium, de monométhylammonium ou de cyclo-hexylammonium a fait l'objet de plusieurs publications (1).

Utilisant cette fois comme amine, la *n*-butylamine, j'ai obtenu des produits différents, selon que la concentration en hydroquinone est de 1/5 ou de 1/2 mol-g par litre. Ces produits sont, dans les deux cas, des composés monosulfonés et disulfonés analogues à ceux que j'ai déjà signalés pour les autres amines employées.

I. *Composés monosulfonés.* — J'appellerai provisoirement α et β-2,5-dibutylamino-1,4-quinone-monosulfonate de butylammonium, deux composés monosulfonés isomères obtenus respectivement à partir de la solution la moins et la plus concentrée en hydroquinone. Je les obtiens encore par

---

(1) Mlle Yvonne Garreau, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **1**, 1934, p. 1563; *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 1515; **202**, 1936, p. 1186; **203**, 1936, p. 1073; **204**, 1937, p. 692.

oxydation de l'acide hydroquinone-monosulfonique en présence de n-butylamine. Les produits α et β ont la même composition centésimale; traités par la potasse, ils perdent leur azote pour donner une même combinaison : le 2,5-dioxy-1,4-quinone-monosulfonate de potassium. Le composé α est soluble dans l'acétone; en milieu chlorhydrique étendu, il est hydrolysé presque instantanément en SO^4H^2 et 2,5-di-n-butylamino-1-4-quinone. Son isomère β, au contraire, est insoluble dans l'acétone, et, traité par HCl à froid, ne subit pas d'hydrolyse, mais donne seulement l'acide correspondant. L'action prolongée de HCl à l'ébullition ne libère pas non plus de SO^4H^2. Je ne puis encore préciser la nature de l'isomérie de ces deux combinaisons.

II. *Composés disulfonés.* — Lorsque la concentration en hydroquinone est de 1/5 de mol-g par litre, j'ai pu isoler le 2,5-dibutylamino-1,4-quinone-3,6-disulfonate de butylammonium

$$C^6O^2(NHC^4H^9)^2(SO^3H, C^4H^9NH^2)^2$$

analogue au composé obtenu avec la cyclohexylamine; en milieu chlorhydrique, il perd ses deux groupements sulfonés et en présence de KOH à chaud, il donne un précipité jaune de 2,5-dioxy-1,4-quinone-3,6-disulfonate de potassium. Je l'ai encore obtenu par oxydation de l'acide hydroquinone-2,5-disulfonique en présence de n-butylamine sans $(SO^3—)$.

Avec une concentration de 1/2 mol-g par litre en hydroquinone, c'est un sel de butylammonium de l'acide 2,5-dioxy-1,4-quinone-3,6-disulfonique de Pinnow que j'ai isolé. Il est possible d'ailleurs que ce produit provienne de la décomposition du précédent au cours d'un séjour prolongé en milieu alcalin.

Technique. — Une solution contenant : butylamine 236^g, SO^2 65^g, hydroxyde de cuivre $4^g,5$, eau q. s. p. 1 litre; additionnée de 22^g (1/5 mol-g) ou bien de 55^g (1/2 mol-g) d'hydroquinone est placée sur la machine à agiter.

A. *Faible concentration en hydroquinone.*

α-2,5-*dibutylamino*-1,4-*quinone-monosulfonate de butylammonium*

$$C^6HO^2(NHC^4H^9)^2SO^3H, C^4H^9NH^2.$$

Après 8 jours d'agitation le précipité rouge clair formé est filtré et recristallisé dans l'alcool, puis l'acétone. Les cristaux alors obtenus sont peu solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, très solubles dans l'acétone à chaud, beaucoup moins à froid. F (instantané) 150° environ.

Analyse. C % 51,32; H % 8,32; N % 10,18; S % 7,62 (calculé pour $C^{18}H^{35}O^{6}N^{3}S$, C % 51,25; H % 8,36; N % 9,97; S % 7,61).

2.5-*dibutylamino*-1,4-*quinone*-3,6-*disulfonate de butylammonium*

$$C^{6}O^{2}(NHC^{4}H^{9})^{2}(SO^{3}H, C^{4}H^{9}NH^{2})^{2}.$$

Le filtrat est remis sur la machine à agiter. Après 15 jours les nouveaux cristaux formés sont essorés et recristallisés dans l'alcool. Ils se présentent sous forme d'aiguilles rouge orangé F = 200-205°, solubles dans l'eau, l'alcool méthylique, l'alcool éthylique, l'acétone, insolubles dans l'éther.

Analyse. C % 47,90; H % 8,22; N % 9,94; S % 11,69 (Calculé pour $C^{22}H^{44}O^{8}N^{4}S^{2}$, C % 47,43; H % 7,96; N % 10,07; S % 11,52).

B. *Forte concentration en hydroquinone.*

Sel de butylammonium de l'acide 2,5-*dioxy*-1,4-*quinone*-3,6-*disulfonique*

$$C^{6}O^{2}(OH, C^{4}H^{9}NH^{2})2(SO^{3}H, C^{4}H^{9}NH^{2})^{2} + 2H^{2}O.$$

Après 3 semaines d'agitation il ne s'est pas formé de précipité. La solution est étendue à 3 litres avec de l'eau distillée, des résines se déposent. Après un certain temps le liquide clair est décanté, puis concentré dans le vide à consistance sirupeuse. Ce sirop est repris par l'alcool absolu, des cristaux jaunes de 2.5-dioxy-1.4-quinone-3.6-disulfonate de butylammonium se déposent, qui sont recristallisés dans un mélange d'eau et d'alcool. Ils sont très solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool méthylique chaud, insolubles dans l'alcool éthylique même chaud, insolubles dans l'acétone et l'éther, F 220-225°.

Analyse. C % 41,93; H % 8,44; N % 8,89; S % 10,59. (Calculé pour $C^{22}H^{52}O^{12}N^{4}S^{2}$, C % 42,0; H % 8,33; N % 8,91; S % 10,20).

β-2.5 *dibutylamino*-1,4-*quinone monosulfonate de butylammonium*

$$C^{6}HO^{2}(NHC^{4}H^{9})^{2}SO^{3}H, C^{4}H^{9}NH^{2} + H^{2}O.$$

Par concentration de la solution alcoolique précédente, des cristaux rouges se déposent lentement; recristallisés dans l'eau ils apparaissent sous forme de plaques, F 215° env., solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool méthylique, insolubles dans l'alcool éthylique froid, solubles à chaud, insolubles dans l'acétone et l'éther.

Analyse du produit hydraté. Eau de cristallisation % 4,21; C % 51,02; H % 8,46, N % 9,73; S % 7,93. (Calculé pour $C^{18}H^{35}O^{6}N^{3}S$. eau de cristallisation % 4,27; C % 51,25; H % 8,36; N % 9,97; S % 7,61).

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la structure de l'azoture de cadmium.* Note de M. **Marc Bassière.**

Du fait de la sensibilité explosive très élevée de l'azoture de cadmium, la connaissance de sa structure présente un grand intérêt, qui avait motivé ce travail.

Le procédé de préparation indiqué par Birkenbach [1] comme donnant un produit extrêmement pur et très sensible, ne peut être utilisé à la production de cristaux relativement grands, non plus que celui, plus simple, qui consiste à saturer une suspension fraîche d'hydroxyde de cadmium dans l'eau par un courant d'acide azothydrique. On peut obtenir des cristaux de dimensions de l'ordre du millimètre par le procédé suivant. Lorsqu'on mélange des solutions de nitrate de cadmium et d'azoture de sodium en proportions stœchiométriques, la liqueur devient jaune, par formation vraisemblable d'un complexe, et ne commence à précipiter qu'au bout d'un temps assez long, de l'ordre de l'heure. Une fraction seulement de la quantité théorique d'azoture se sépare ainsi, même au bout de 48 heures. La solution filtrée laisse déposer, par évaporation sur le vide sulfurique, des cristaux d'azoture de cadmium.

Ainsi préparé, ce produit est extrêmement sensible; il explose fréquemment par friction ou même spontanément lors de la formation, comme cela a lieu aussi pour l'azoture de plomb. L'analyse de ces cristaux donne : $Cd = 0{,}5715$ au lieu de $0{,}5714$ et $N = 0{,}4273$ au lieu de $0{,}4277$. L'accord analytique dépasse la précision des mesures et ceci confirme l'observation de Birkenbach que l'azoture de cadmium n'est sensible que quand il est très pur.

Les cristaux obtenus sont blancs, légèrement jaunâtres, orthorhombiques, limités principalement par des faces 001 et 111. Leur étude aux rayons X, par la méthode de cristal tournant, donne pour les paramètres les valeurs

$$a = 7{,}82 \pm 0{,}02\,\text{Å}, \quad b = 6{,}46 \pm 0{,}03\,\text{Å}, \quad c = 16{,}04 \pm 0{,}08\,\text{Å}.$$

La maille contient 8 molécules, ce qui conduit à une densité calculée de $3{,}20 \pm 0{,}04$, en bon accord avec celle mesurée dans le benzène : 3,24 à 20°C.

---

(1) Z. Birkenbach, *Z. anorg. Chem.*, **214**, 1933, p. 94-96.

Les réflexions *hkl* sont toutes présentes, les seules disparitions étant *hol* pour *l* impair, o*kl* pour *k* impair et *hk*o pour *h* impair. Ceci conduit sans ambiguïté au groupe de symétrie D_{2h}^{15}(P*bca*). Des essais répétés n'ont conduit à aucun résultat satisfaisant quant aux positions atomiques dans le réseau. Ceci provient de ce que tous les atomes sont en position générale, nécessitant la détermination de 21 paramètres, rendue très difficile par le fait que l'influence de 1 Cd sur le facteur de structure est du même ordre de grandeur que celle des 6N.

GÉOLOGIE. — *Les formations géologiques de la Guinée portugaise.* Note (¹) de MM. **J. Malavoy** et **F. Jacquet**.

Rien n'a été publié en langue française sur la géologie de la Guinée portugaise qu'une Note de Hubert (²) sur la répartition probable des terrains dans cette colonie : série récente, tertiaire et post-tertiaire à l'Ouest ; série ancienne, primaire, au Sud et à l'Est. Au cours d'une tournée rapide, en juillet 1934, entreprise grâce à la grande obligeance des autorités portugaises, nous avons fait, nous-mêmes, diverses observations sur la nature des terrains, sur leurs contacts et sur leurs pendages. Nos remarques confirment les idées acquises sur la série récente, mais elles nous amènent à préciser et à modifier l'opinion de Hubert sur les formations anciennes.

La série récente, grès argileux d'âge indéterminé, s'étend vers le Sud jusqu'au Rio Tombali et vers l'Est jusqu'à la rive droite du Rio Géba où affleurent les formations anciennes. A mesure que l'on se rapproche de ces dernières, le pays s'élève graduellement. Le ruissellement a découpé un réseau de vallées plus important que celui des régions du Sénégal, de même nature et également éloignées de la côte. Les dénivellations, qui ne sont masquées par aucun apport sableux, atteignent et dépassent 30^{m}; elles sont surtout importantes au contact des terrains anciens. Malgré cette érosion les affleurements sont exceptionnels, les alluvions fluviatiles d'une part, et d'autre part les altérations superficielles, latéritisation ou ferruginisation sur place, argiles sableuses rouges formées par remaniement, masquent les grès argileux, immédiatement sous-jacents.

(¹) Séance du 23 décembre 1935.

(²) *Annuaire du Comité d'études historiques et scientifiques de l'A. O. F.*, 1917, p. 41-44, Carte schématique.

La similitude de ces formations avec celles de Mauritanie, du Sénégal et de Casamance se vérifie par les puits. Comme dans ces pays, la série est coupée de lits plus argileux, parfois de véritables kaolins, qui précisent l'horizontalité de couches et déterminent des niveaux d'eaux locaux. Sous ces grès, Hubert signalait déjà en 1917 les calcaires de la plage de Bissao. Ce sont des marno-calcaires jaunâtres altérés, riches en coquilles de Lamellibranches; nous les avons observés, mieux encore, dans l'île du Roi (Ilheu do Rei) en face de Bissao. Sur les côtes de cette petite île, la falaise atteint par endroits $4^m,50$; elle présente, sous $0^m,30$ de terre végétale, une épaisseur de 4^m de latérite gréseuse, qui surmontent $0^m,20$ d'un calcaire coquillier à huîtres, Pecten, autres lamellibranches, gastropodes et polypiers. Ces calcaires paraissent être les mêmes que ceux de Popenguine et de N'Gazobil (Sénégal); l'un de nous les a retrouvés plus au Sud, à Toubacouta; on les considère comme éocènes. Leur extension doit être sensiblement pareille à celle des grès argileux qui les cachent. Le passage des calcaires aux grès se fait par des argiles feuilletées déterminant un niveau d'eau important et facilement accessible aux puits de la région, d'ailleurs bien arrosée.

La série ancienne est représentée par des grès siliceux passant latéralement à des quartzites et surmontant en concordance, au moins apparente, des schistes traversés d'intrusions de dolérite. Ces formations, toujours très érodées sont recouvertes d'alluvions; c'est la zone de contact avec la série récente qui présente les reliefs les plus nets, mais c'est également la plus latéritisée. Sa limite occidentale suit sensiblement les vallées du Rio Geba et du Rio Tombali. A l'Est, la série se continue par les formations gréseuses et montagneuses du Fouta-Djallon.

Dans la région du Rio Geba, à Contubo, Bafata, et à Chitoli et Lambessé (chute du Rio Corobal), ces formations sont subhorizontales; plus près de la Guinée française, à 30^{km} au sud-est de Gabù, les mêmes grès très quartzeux sont redressés jusqu'à 40 et même 45° vers le Sud-Ouest. A Kandiadude, une arête de ces grès, haute de 6 à 8^m, se dresse brusquement au-dessus des alluvions. A l'Ouest de cette arête, s'observent de rares latéritisations superficielles, mais à l'Est, de nombreuses bandes gréseuses de même direction NW et de pendage comparable se rencontrent successivement. La nappe phréatique alimente abondamment des puits de 2 à 3^m qui atteignent la zone latéritisée.

Les roches éruptives (dolérites) paraissent surtout fréquentes en bordure occidentale des formations anciennes. Elles sont intrusives à travers les

schistes, comme à Bafata ou à travers les altérations de ces schistes comme à Chitoli.

Ces observations rapides montrent qu'il n'existe pas de zone métamorphique traversant obliquement la Guinée portugaise. Les formations tertiaires ou plus récentes de ce pays reposent directement à l'Est sur des grès silicifiés ou sur des schistes localement métamorphisés.

GÉOLOGIE. — *Étude de brèches sous-marines à éléments dolomitiques dans le Trias dolomitique des Carpathes Orientales.* Note de Mlle **Marguerite Frollo**, présentée par M. Lucien Cayeux.

Le Trias dans les Carpathes Orientales, est représenté par une série de dolomies marines, d'origine épigénique, d'une épaisseur de 50 à 150^{m}, offrant toutes les transitions entre des calcaires cryptocristallins et des dolomies typiques, en passant par des calcaires dolomitiques et des dolomies calcarifères.

Dans la vallée du Bicaz, cette série dolomitique renferme plusieurs niveaux de brèches sédimentaires. Ce sont des roches cohérentes, formées d'éléments irréguliers, anguleux, de taille variant de quelques millimètres à 1^{cm}, de couleur grise de nuances très variées, gris clair, gris foncé, presque noir, et cimentés par une gangue légèrement imprégnée d'oxyde de fer.

La structure microscopique de ces brèches est particulièrement instructive. Les matériaux constituants n'ont subi aucun classement, si bien qu'une même plaque mince renferme des fragments de 0^{mm},1 à plusieurs millimètres, ce qui tend à prouver qu'ils n'ont pas été entraînés bien loin de leur lieu d'origine.

Ces éléments, quoique polygènes, présentent entre eux un air de famille très prononcé. Ce sont des morceaux de roches calcaires, plus ou moins dolomitisées, et des fragments de dolomies pures, tous étroitement apparentés aux roches du complexe dolomitique. En d'autres termes, *ces brèches sont formées d'éléments empruntés à la série même qui les renferme, et à l'exclusion absolue de tout élément étranger à cette série*. Par exemple, on n'observe pas le moindre débris de quartz détritique ou d'éléments empruntés au terrain cristallophyllien, qui ont si largement contribué à la formation des poudingues de la base et du sommet de ces formations triasiques.

La gangue présente une constitution analogue à celle des éléments

qu'elle cimente. On y trouve le même calcaire cryptocristallin très pur ou en partie dolomitisé, sauf à dire qu'il a été légèrement imprégné d'oxyde de fer.

Cette parenté si étroite entre la gangue et les éléments qu'elle cimente, à l'exclusion complète de matériaux venant de la terre ferme, ne peut s'expliquer que par un *remaniement sous-marin* qui brassait des morceaux de sédiments plus ou moins consolidés en des points où la sédimentation normale suivait son cours.

Ceci dit, le fait que les éléments *étaient déjà dolomitisés*, lors de leur remaniement et de leur mise en place, démontre deux choses également instructives concernant le problème de la dolomitisation : *la dolomitisation des calcaires marins du Trias des Carpathes Orientales a été un phénomène sous-marin, et cette dolomitisation a suivi de très près la sédimentation.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur des variations périodiques des longitudes.* Note de M. **Nicolas Stoyko**, présentée par M. Ernest Esclangon.

La comparaison annuelle des services horaires d'observatoires montre dans les résultats enregistrés des changements notables d'une année à l'autre. Ces changements peuvent provenir

1° des erreurs systématiques dans la réception des signaux;

2° des erreurs systématiques dans la détermination de l'heure;

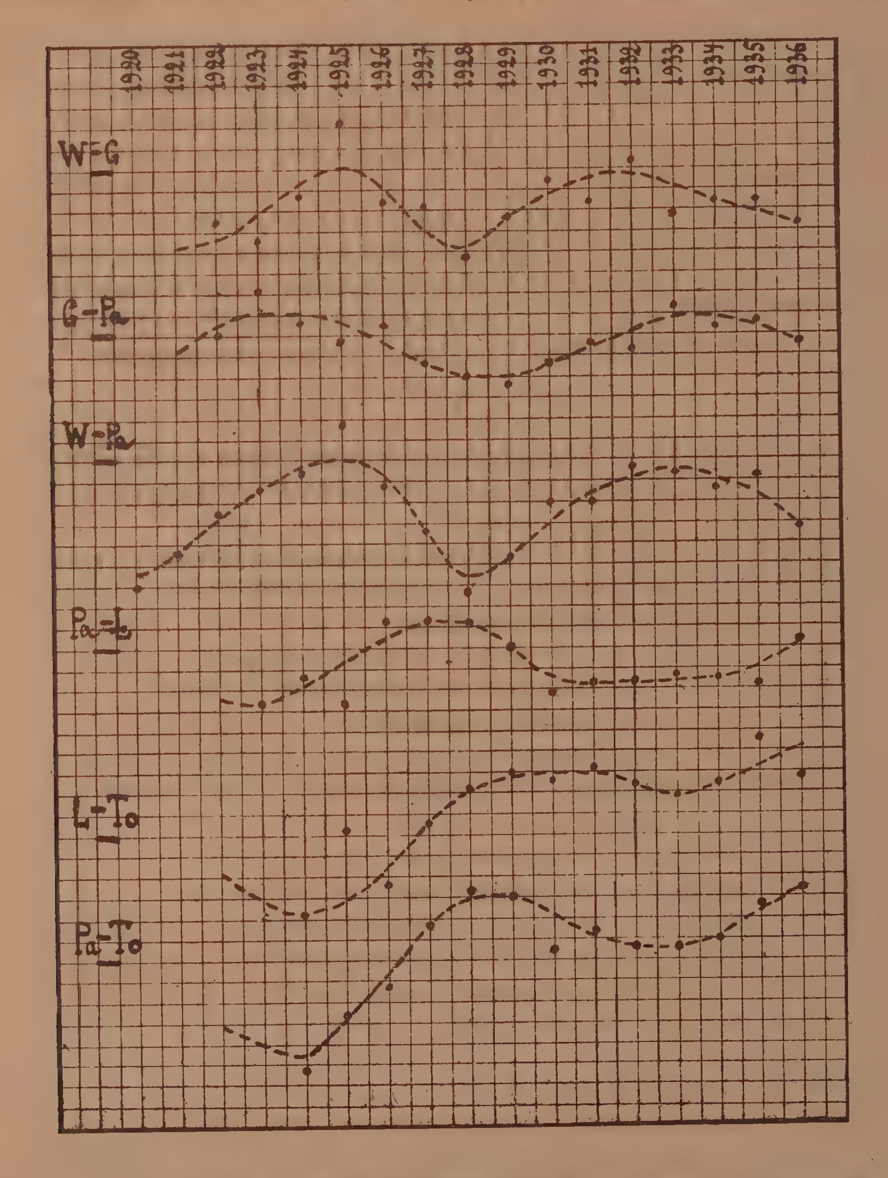
3° des variations des longitudes elles-mêmes.

Comme les erreurs systématiques annuelles dans la réception des signaux des observatoires étudiés sont de l'ordre de un à deux millièmes de seconde, leurs variations sont négligeables.

Les variations annuelles des erreurs systématiques dans la détermination de l'heure représentent une partie faible par rapport aux variations globales des longitudes : à Paris en 1934-1936 la fraction est de $0^s,002$ à $0^s,008$, à Washington en 1923-1926 elle est de l'ordre de $0^s,0034$ à $0^s,0140$. On peut donc considérer que, dans la variation annuelle des résultats des services horaires, la partie principale appartient à la variation des longitudes.

Nous avons étudié pour une période de 17 ans les variations relatives des longitudes des observatoires : 1° Greenwich (G), 2° Leningrad et Poulkovo (L), 3° Paris (Pa), 4° Tokyo (To) et 5° Washington (W). Les résultats sont rapportés sur un graphique à l'échelle de 3^{mm} par $0^s,01$:

Les courbes montrent les variations périodiques des longitudes et l'absence de terme séculaire, sauf Tokyo, qui du reste n'est qu'apparent,



provient de ce que l'année 1924 (début du service à To) correspond au minimum pour L-To et Pa-To.

La pente montante des courbes indique l'augmentation, en valeur absolue, de la différence des longitudes. Nous avons ainsi une augmentation de la différence des longitudes entre W et Pa, de 1920 à 1925 et de 1928 à 1933. Pendant les autres périodes, il y a une diminution de la différence des longitudes. L'amplitude de ces variations est de $0^s,065$.

Pour W-G et G-Pa les variations sont de même sens, mais avec des amplitudes plus faibles : $0^s,038$ et $0^s,030$. Pour Pa-L, L-To et Pa-To, les variations sont de sens opposé.

La comparaison des variations des longitudes avec l'activité solaire montre que la courbe d'activité du Soleil ou son inverse, sont parallèles aux courbes de Pa-To et W-Pa. De 1927 à 1936, ces courbes coïncident presque. Au maximum d'activité solaire correspond un maximum de Pa-To et un minimum de la courbe W-Pa.

L'étude d'une corrélation entre les variations annuelles d'activité du Soleil et les variations des longitudes montre qu'à une grande variation d'activité solaire correspond une grande variation des longitudes. A la variation maximum d'activité du Soleil correspond une variation des longitudes de l'ordre de $0^s,016$ et à la variation minimum d'activité correspond une variation des longitudes de l'ordre de $0^s,011$.

Si les variations des longitudes proviennent des pulsations de la Terre, considérée comme un corps élastique, il suffit d'un changement de $1^m,6$ dans l'un ou l'autre sens dans le rayon du parallèle de 45° de latitude pour expliquer ces changements. Au maximum d'activité du Soleil, le grand axe d'ellipse correspondant au parallèle de 45° sera entre Pa et To et en cas de minimum d'activité il sera entre W et Pa.

Si les variations périodiques des longitudes proviennent des contractions et des dilatations de la surface de la Terre, il suffit, pour l'explication, de déplacements de 11^m au maximum, par rapport à la position moyenne.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *De la présence de trachéides dans le bois alterne de la radicule des Conifères.* Note (¹) de M. **Édouard Boureau**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Les trachéides à ponctuations aréolées sont connues depuis longtemps comme éléments constitutifs prédominants du bois secondaire des Conifères.

(¹) Séance du 19 mai 1937.

Par contre, de semblables trachéides n'ont jamais été signalées jusqu'à présent dans le bois primaire des racines d'aucune espèce de cette famille. Les anatomistes ont toujours considéré le bois primaire des Conifères comme identique à celui des Angiospermes; ce dernier se compose de files d'éléments vasculaires, les plus externes annelés ou spiralés, les plus internes réticulés ou ponctués.

En étudiant un faisceau alterne d'une jeune racine de *Pinus insignis* Dougl., avant la différenciation des vaisseaux intermédiaires, nous avons constaté la présence de vaisseaux spiralés dans la partie la plus externe, tandis que la portion interne se compose de trachéides à ponctuations

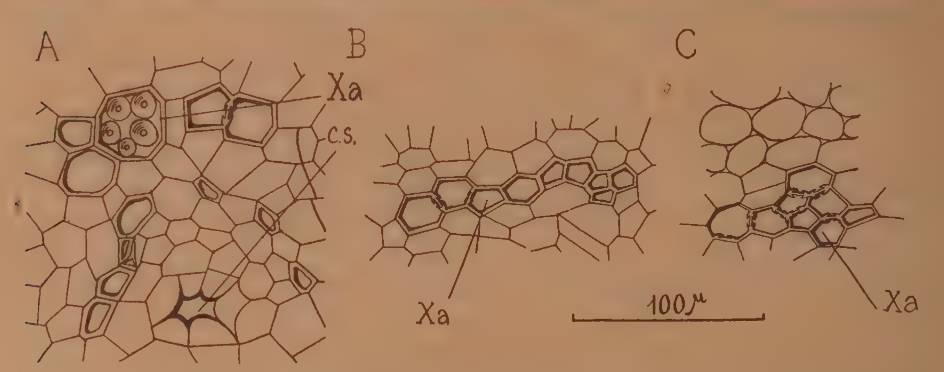


Fig. A. *Pinus Australis*. Portion de coupe transversale de la racine C. S. : canal sécréteur; Xa, vaisseau de xylème alterne montrant sur une cloison presque horizontale 5 ponctuations aréolées. — Fig. B. *Cedrus Libani*. Portion de coupe transversale de la racine Xa, faisceau de xylème alterne montrant dans la partie la plus interne les ponctuations aréolées. — Fig. C. *Araucaria Imbricata*. Portion de coupe transversale d'une très jeune racine. Xa, xylème alterne constitué uniquement de trachéides à ponctuations aréolées.

aréolées. Comme les vaisseaux spiralés, ces trachéides proviennent directement de la transformation, sur place, de cellules parenchymateuses; leur calibre augmente assez sensiblement dans le sens centripète; on observe en même temps, une augmentation progressive du diamètre des ponctuations aréolées : ce dernier est de 10^{μ} pour les ponctuations des trachéides qui avoisinent les vaisseaux spiralés, tandis qu'il atteint 17^{μ} dans les trachéides les plus internes.

Le bois primaire centripète présente une organisation semblable chez trois autres espèces de *Pinus*, *Pinus edulis* Engelm., *Pinus longifolia* Roxb. et *Pinus australis* Mich.

L'étude de jeunes racines de *Cedrus libani* Barrel, nous a permis de mettre en évidence une évolution à peu près identique : avant tout cloison-

nement de l'assise génératrice, nous observons des files de huit à neuf vaisseaux alternes; les quatre plus externes sont spiralés, les autres sont de véritables trachéides à ponctuations aréolées. Tandis que les ponctuations des *Pinus* sont circulaires, celles des *Cedrus* se montrent de forme elliptique ($22^{\mu} \times 13^{\mu}$). De plus, contrairement à ce qu'on observe chez le *Pinus*, le calibre des trachéides d'une même file reste le même.

Les jeunes racines de l'*Araucaria imbricata* Pav. nous révèlent un caractère plus curieux encore : l'absence de vaisseaux spiralés dans les faisceaux de bois centripète, ces derniers étant constitués de trachéides à ponctuations aréolées. Le calibre des trachéides d'une même file reste sensiblement le même à l'extérieur comme à l'intérieur.

La présence de trachéides à ponctuations aréolées dans le bois primaire alterne des Conifères constitue un caractère important non signalé jusqu'à présent. En recherchant ce même caractère dans d'autres genres, nous pourrons peut-être établir de nouveaux liens dans la phylogénie des Gymnospermes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution du scoparoside (scoparine) du* Sarothamnus scoparius *Koch*. Note de MM. **Marcel Mascré** et **René Paris**, présentée par Maurice Javillier.

Nous avons décrit [1] un nouveau procédé de préparation de la scoparine, qui nous a permis d'obtenir un produit parfaitement défini, de formule $C^{22}H^{22}O^{11}, 2\,OH^2$, que nous considérons comme un hétéroside, auquel il convient de donner le nom de scoparoside.

Jusqu'ici, Perkin seul avait admis la nature glucosidique de la scoparine. Tous les autres auteurs qui l'ont étudiée la considèrent comme un dérivé flavonique, non glucosidique, possédant un méthoxyle et sept oxhydriles. Les expériences suivantes nous ont permis d'élucider, de façon plus approfondie, la nature du principe étudié.

I. En soumettant la scoparine à l'ébullition avec la potasse aqueuse à 10 pour 100, pendant six heures, nous avons obtenu l'acétovanillone (caractérisée par son PF : 114-115°, par le PF de son hydrazone : 125°, par la formation d'acide protocatéchique par fusion alcaline).

Des produits de la fusion alcaline, nous avons isolé et caractérisé l'acide

(1) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1270.

protocatéchique, des traces d'acide vanillique et un principe donnant les réactions colorées du phloroglucinol.

Ces résultats, d'accord avec ceux de Hlasiwetz [2], de Goldschmidt et Hemmelmayr [3], de Perkin [4] confirment l'existence, dans la scoparine, d'un noyau flavonique.

II. Perkin admettait, en se basant sur la formule de la scoparine et sur l'existence, à côté d'un groupement flavonique, de six atomes de carbone de nature inconnue, que la scoparine était un glucoside stable constitué par un hexose combiné à un éther méthylique de la lutéoline. Il n'apportait, à l'appui de cette conception, aucune preuve expérimentale. Les divers auteurs qui, après Perkin, ont repris l'étude de la scoparine n'ont pu, après action des acides dilués à l'ébullition, caractériser de glucide; ils en concluent que la scoparine n'est pas un glucoside.

Nous avons soumis la scoparine à l'action des acides dilués dans des conditions variables, modifiant la concentration de l'acide, la durée de l'ébullition, la température de la réaction, opérant en milieu aqueux ou alcoolique. Les liqueurs obtenues cèdent à l'éther une petite quantité de matière colorante de nature flavonique; elles ont un pouvoir réducteur un peu plus élevé que celui des liqueurs initiales; elles donnent avec la phénylhydrazine une osazone, mais en trop petite quantité pour que celle-ci ait pu être identifiée.

Ayant remarqué, au cours de l'hydrolyse sulfurique, l'apparition d'une odeur de méthylfurfurol, nous avons pu caractériser celui-ci et, d'autre part, obtenir sur le liquide d'hydrolyse les réactions colorées du rhamnose.

Nous avons alors tenté l'hydrolyse fermentaire de la scoparine. L'émulsine des amandes n'agit pas; mais nous avons obtenu un dédoublement après contact d'un mois avec la rhamnodiastase du *Rhamnus utilis* ou la poudre fermentaire de fleurs de Genêt. Le pouvoir réducteur des liqueurs est environ quatre fois plus marqué que celui des liqueurs témoins. Après neutralisation, on obtient, avec la phénylhydrazine, une osazone cristallisée en oursins, dont les solubilités sont celles de la rhamnosazone et le PF très voisin. Cependant nous n'avons pu jusqu'ici extraire le rhamnose à l'état cristallisé.

Il y a donc eu dédoublement de la scoparine, avec libération d'un

---

(2) *Ann. der Chem. und Pharm.*, **138**, 1866, p. 190.
(3) *Monatsh. für Chem.*, **14**, 1893, p. 202 et **15**, 1894, p. 316.
(4) *Proceed. Chem. Soc.*, **15**, 1899, p. 123.

glucide qui paraît bien être le rhamnose; ce dédoublement est lent et incomplet; la proportion de rhamnose libérée est de 10 pour 100 environ (une hydrolyse complète en donnerait environ 30 pour 100).

Les liqueurs provenant de l'hydrolyse fermentaire cèdent à l'éther un principe flavonique, que nous n'avons pu encore obtenir cristallisé, et pour lequel nous proposons le nom de *scoparol*. La formule de dédoublement de la scoparine, d'après nos expériences, serait

$$\underset{\text{Scoparoside.}}{C^{22}H^{22}O^{11}} + OH^{2} = \underset{\text{Rhamnose.}}{C^{6}H^{12}O^{5}} + \underset{\text{Scoparol.}}{C^{16}H^{12}O^{7}}.$$

Tandis que Perkin, attribuant à la partie flavonique la formule $C^{16}H^{12}O^{6}$, en faisait un éther méthylique de la lutéoline, nous sommes amenés à la considérer comme un éther méthylique du quercétol. Le spectre d'absorption dans l'ultraviolet d'une solution alcoolique diluée de scoparol est d'ailleurs très voisin de celui du quercétol.

Cette hypothèse est d'accord avec les résultats donnés par la fusion alcaline. Elle éclaire certaines propriétés encore inexpliquées de la scoparine. Elle concorde, en particulier, avec les résultats de Hercig et Tiring (⁵), qui ont obtenu une octométhylnorscoparine par la méthode de Purdie et Irving, méthode permettant, comme on le sait, la méthylation des oxhydriles alcooliques, en même temps que celle des oxhydriles phénoliques.

En résumé, la nature hétérosidique de la scoparine est définitivement établie. Le scoparoside est un hétéroside de formule $C^{22}H^{22}O^{11}$, difficilement hydrolysable en donnant une molécule de *rhamnose* et une molécule d'un dérivé flavonique (*scoparol*) qui est vraisemblablement un éther méthylique du quercétol.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Plombagacées. Développement de l'embryon chez l'*Armeria plantaginea *Willd.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

C'est en faisant abstraction de la cellule basale du proembryon bicellulaire que l'on peut le mieux interpréter le mode de construction de l'embryon de l'*Armeria plantaginea*. Cette cellule basale contribue seulement à la production d'un très gros suspenseur; elle ne prend nulle part à l'édification de l'embryon proprement dit.

(⁵) *Monatsh. f. Chem.*, **39**, 1918, p. 253.

La cellule apicale (*ca*, *fig.* 1) se divise transversalement et donne deux éléments superposés, *cc* et *cd* (*fig.* 2 et 3); ceux-ci se partagent ensuite par des parois également transversales pour engendrer une série linéaire de quatre cellules plus ou moins aplaties (*l*, *l'*, *m* et *ci*, *fig.* 4 à 10). Chacun de ces quatre éléments se segmente verticalement en deux cellules juxtaposées (*fig.* 11 à 13). Plus tard, les deux dyades



Fig. 1 à 29. — *Armeria plantaginea* Willd. — Les principaux termes du développement de l'embryon : *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale en proembryon bicellulaire; *cc* et *cd*, cellules filles de *ca*; *l* et *l'* cellules filles de *cc* ou les deux éléments supérieurs de la tétrade; *m* et *ci*, cellules filles de *cd* ou les deux éléments inférieurs de la tétrade; *os* et *oi*, octants supérieurs et inférieurs; *d* et *f*, les deux étages dérivés de *m*; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérome; *iec*, initiales de l'écorce de la racine. En 27 et 29, formes embryonnaires d'où sont tirés les détails des figures 26 et 28. G. = 280; 30 pour 27 et 29.

des étages supérieurs, *l* et *l'*, se divisent par de nouvelles parois méridiennes pour donner quatre octants supérieurs et quatre octants inférieurs (*fig.* 16 et 17). Les deux dyades des étages *m* et *ci*, par cloisons méridiennes, produisent, de la même manière, quatre cellules circumaxiales; parfois cependant l'un ou l'autre des deux

éléments de ces deux dyades peut se segmenter transversalement (*m*, *fig.* 14; *ci*, *fig.* 15 et 17) avant de prendre des parois verticales.

Les quatre octants supérieurs, *l*, donnent naissance à la partie cotylée (*fig.* 18 à 26); en règle générale, le dermatogène se sépare directement à leurs dépens par cloisons tangentielles. Les quatre octants inférieurs, *l'*, produisent l'hypocotyle; ils se partagent d'abord par des cloisons verticales, vraisemblement périclines, qui séparent encore directement des éléments de dermatogène; puis, dans les quatre cellules intérieures, comme cela se produit chez les Tabacs, des cloisons transversales isolent deux éléments superposés : ceux du bas, plus aplatis, représentent les initiales de l'écorce de la racine (*iec*, *fig.* 20); ceux du haut, en se segmentant verticalement, engendrent les premiers éléments de périblème et de plérome (*pe* et *pl*, *fig.* 21).

Les cellules dérivées de *m* (*fig.* 13), par divisions transversales, font apparaître deux nouveaux étages embryonnaires *d* et *f* (*fig.* 14, 19 à 24). Ces deux étages occupent la portion la plus rétrécie du proembryon, reliant l'embryon proprement dit au suspenseur; l'un, *d*, contribue seul à la génération de la partie médiane de la coiffe, l'autre, *f*, prend part à la construction du suspenseur. Participent également à la construction du suspenseur, comme le démontrent les figures 18 à 27, tous les éléments qui tirent origine du blastomère primordial *ci* (*fig.* 4). Le suspenseur arrive à former un massif cellulaire de grandes dimensions (*fig.* 27 et 29). Il devient cordiforme et embrasse très étroitement l'extrémité radiculaire; c'est en raison de ce fait sans doute que la coiffe se développe en profondeur et prend une disposition rentrante assez singulière.

Si l'on ne tient aucun compte de la cellule basale, les lois du développement de l'embryon de l'*Armeria plantaginea* sont très étroitement comparables à celles qui ont été établies au sujet des Solanacées. Dans les deux cas, il se constitue une tétrade linéaire, puis, aux dépens des deux cellules supérieures de cette tétrade, des quadrants et des octants dont les processus de division et les destinées sont essentiellement semblables. La cellule subproximale, *m*, de la tétrade se divise encore dans les deux cas en deux étages *d* et *f*, *d* produisant la portion médiane de la coiffe, *f* entrant, avec la cellule proximale *ci*, dans la construction du suspenseur. Les différences dont on peut faire état sont secondaires; elles résident dans la juxtaposition des premiers éléments issus de *m* et de *ci*, surtout dans la formation d'un très gros suspenseur et dans la disposition rentrante de la coiffe qui semble en être la conséquence ([1]).

([1]) K. V. O. Dahlgren, en 1916 (*Kungl. Svenska Vetenskapsak. Hangl.*, 56, p. 65), sans suivre rigoureusement la marche de la segmentation, a représenté quelques formes embryonnaires de *Plumbagella micrantha*, *Plumbago zeylanica*, *Statice bahusiensis* et *Armeria vulgaris*.

PHYSIOLOGIE. — *L'action des nerfs vaso-dilatateurs se réduit-elle à une libération d'acétylcholine?* Note de MM. **André Tournade** et **Marc Chevillot**, présentée par M. Louis Lapicque.

On sait la faveur dont jouit actuellement la notion d'une transmission chimique de l'excitation nerveuse introduite en physiologie par O. Loewi, développée par Cannon et Bacq et adoptée enfin par Dale qui a proposé de distinguer les nerfs végétatifs en *adrénergiques* et *cholinergiques* (1).

Cependant les phénomènes vasculaires qu'entraîne l'excitation des vaso-moteurs ne s'identifient pas *dans tous les cas* avec ceux qu'engendrent de leur côté les injections intravasculaires d'adrénaline ou d'acétylcholine à dose minime. Aux exemples déjà connus de la divergence d'effet des deux agressions nerveuse et chimique nous ajouterons le suivant :

Expérience du 6 janvier 1937. — Le rein gauche du chien I (♂ 20^{kg}) est irrigué par les vaisseaux cervicaux du congénère P (♂ 10^{kg}) selon notre technique habituelle. Les deux animaux ont été anesthésiés au chloralose. Le nerf de Hering droit de I est préparé pour subir la faradisation à point nommé.

1° On vérifie à $18^h 23^m$, $18^h 25^m$, $18^h 27^m$ que l'excitation de ce nerf provoque bien, non seulement de la cardio-modération et de l'hypotension, mais une vaso-dilatation franche du rein irrigué. L'injection de $1/20^e$ de milligramme d'acétylcholine dans l'artère du même organe suscite une réaction locale identique à celle constatée dans l'épreuve précédente, sans influer de façon appréciable sur la pression du perfuseur P.

2° Puis le chien P, à $18^h 50^m$, reçoit 10^{mg} d'atropine en injection intraveineuse (soit 1^{mg} par kilogramme).

3° A $18^h 57^m$ on constate que la faradisation du nerf de Hering droit de I détermine toujours de la vaso-dilatation du rein irrigué. Cependant à 19^h l'injection d'acétylcholine (à la dose encore de $1/20^e$ de milligramme) directement dans l'artère émulgente engendre de la vaso-constriction très accusée, fait que nos expériences antérieures nous laissaient prévoir (2).

La dose d'atropine administrée au perfuseur P peut être doublée sans que ces résultats soient modifiés.

4° A $19^h 28$, on pousse dans l'artère qui se rend à la glande irriguée un demi-milligramme d'ergotamine (gynergène Sandoz) en une minute. Contraction de l'organe, élévation de la pression générale chez P de 5^{cm}Hg.

---

(1) Nous renvoyons pour la bibliographie de la question aux *Rapports sur les excitants et paralysants dans le domaine du système autonome* présentés par Z. M. Bacq et par L. Lapicque à l'Association des Physiologistes, 8e réunion, Nancy, 23-27 mai 1934, (*Ann. de Physiol. et de Physicochimie biol.*, 1934, **10**, p. 467-553 et 555-582.)

(2) A. Tournade et M. Chevillot, *C. R. Soc. Biol.*, **124**, 1937, p. 204.

5° Puis on a recours aux mêmes épreuves que précédemment : à 19^h36 et 19^h57, la faradisation du nerf de Hering reste inopérante, comme nous l'avions déjà observé (³). Mais l'injection d'acétylcholine entraîne de la vaso-dilatation rénale.

6° On observe enfin à deux reprises (20^h03 et 20^h10) que l'injection d'acétylcholine dans la saphène de I, à la dose de 1^{cg}, détermine une chute de la pression artérielle au voisinage de zéro avec bradycardie extrême ; mais le rein irrigué — contrairement à ce qu'on voit normalement — ne se contracte point. L'ergotamine, dont il a subi l'imprégnation, paralyse donc en lui les mécanismes périphériques de la vaso-constriction, comme de la vaso-dilatation.

De cet exposé nous devons retenir que les effets de l'excitation réflexe des nerfs vaso-dilatateurs et ceux de l'injection d'acétylcholine se trouvent modifiés en sens contraire par certaines agressions pharmacodynamiques. Un tel résultat (qui s'ajoute d'ailleurs à d'autres du même ordre) paraît difficile à concilier avec l'hypothèse que l'excitation nerveuse agirait *exclusivement* par un intermédiaire chimique. Sans doute Dale admet qu'une substance déterminée peut engendrer des réactions physiologiques différentes au niveau des mêmes éléments musculaires lisses, selon qu'elle est artificiellement introduite par voie vasculaire ou déposée directement en son lieu même d'action intracellulaire par les terminaisons nerveuses excitées.

Il n'en est pas moins vrai que dans notre expérience du rein irrigué, l'excitation réflexe des nerfs vaso-dilatateurs et l'apport sanguin du *médiateur* présumé de ces nerfs provoquent la même réaction vasculaire tant que l'animal est exempt de toute intoxication ; et qu'après atropinisation du sujet perfuseur (donc du système vasculaire exploré) ces deux stimulations, nerveuse et chimique, entraînent des réponses opposées de la musculature artériolaire. Comment attribuer en ce cas la vaso-dilatation nerveuse à une libération d'acétylcholine, puisqu'en fait cette acétylcholine détermine de la vaso-constriction ?

La dissociation obtenue après imprégnation du système neuro-vasculaire rénal par l'ergotamine n'est pas moins remarquable et embarrassante.

Nous ne demandons pas mieux de croire que l'exception confirmera finalement la règle et que la théorie de la commande nerveuse par agent chimique triomphera des présentes objections grâce à quelque hypothèse auxiliaire ; mais il nous faut bien convenir que, pour l'instant, la solution du paradoxe nous échappe, à moins d'admettre avec Bacq et Monnier (⁴),

---

(³) A. Tournade et M. Chevillot, *C. R. Soc. Biol.*, **124**, 1937, p. 564.
(⁴) *Arch. internat. Physiol.*, **40**, 1935, p. 485.

que, dans la transmission de l'excitation, les phénomènes physiques n'ont pas un rôle moins important à jouer que les chimiques, dont ils peuvent, le cas échéant, primer l'action physiologique.

CYTOPHYSIOLOGIE. — *Sur la mise en évidence des zones d'oxydation dans la cellule vivante par la méthode des sels de cobalt.* Note [1] de M. **Philippe Joyet-Lavergne**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

Les sels cobalteux en solution dans un milieu alcalin ont une coloration rose. Ils peuvent se transformer *in vitro* en sels cobaltiques verts par l'action d'oxydants assez puissants [2]. Il existe dans la cellule vivante des zones possédant un pouvoir de catalyse d'oxydation assez grand pour réaliser une transformation semblable. On peut faire apparaître ces zones en utilisant des réactifs qui pénètrent dans la cellule vivante sans lui causer de dommages. Nous indiquons ailleurs la technique de préparation de ces réactifs. Les uns sont à base de chlorure de cobalt, les autres à base de sulfate de cobalt. Ils diffèrent entre eux par leur teneur en sels cobalteux. L'étude des cellules animales demande des réactifs à concentration faible. Pour chacun des types cellulaires étudiés la détermination du chondriome a été faite au préalable par les méthodes classiques.

Cellules végétales. — Si, sur un lambeau d'épiderme d'*Iris germanica* détaché de la base d'une feuille, dans une région dépourvue de chlorophylle, on fait agir un réactif à base de chlorure de cobalt, on constate que ce réactif pénètre dans les cellules et subit un phénomène d'oxydation le transformant en un sel cobaltique vert, là où la puissance de catalyse se révèle suffisante. C'est à la surface des chondriosomes que cette oxydation se réalise. L'action du même réactif sur un fragment d'épiderme de jeune tige de Pois, de jeune tige de Fève, de jeune tige de Lupin donne une coloration verte du chondriome des cellules pour les mêmes raisons.

Dans les cellules de l'extrémité d'une jeune racine de Maïs ou d'une jeune racine de Blé, le réactif au chlorure de cobalt se trouve oxydé au niveau des chondriosomes qu'il colore en vert. Il en est de même pour les cellules du bourgeon d'*Elodea canadensis* et dans les jeunes poils absorbants

---

(1) Séance du 19 mai 1937.

(2) R. Bernard et P. Job, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 186.

des racines de Blé; l'oxydation du réactif se réalise là aussi sur les chondriosomes.

Dans les divers tissus que nous venons d'étudier il arrive parfois (le cas est fréquent pour l'épiderme d'Iris) que le noyau de certaines cellules contienne un nucléole, on constate alors que l'oxydation du réactif se réalise non seulement sur les chondriosomes, mais aussi dans le nucléole. Le réactif à base de sulfate de cobalt donne, pour le chondriome et pour le nucléole, des résultats analogues à ceux obtenus avec le réactif au chlorure, mais ils sont souvent moins nets.

Cellules animales. — La cellule de glande salivaire de la larve *Chironomus* est favorable à une étude sur le vivant. Le réactif au chlorure de cobalt à concentration faible (1/4000e) pénètre dans la cellule et subit une oxydation au niveau du chondriome qui le transforme en sel cobaltique vert. Le réactif au sulfate de cobalt de concentration 1/3000e pénètre dans la cellule et subit également une oxydation sur le chondriome qu'il colore en vert.

L'action des mêmes réactifs a été étudiée sur les Grégarines vivantes *Gregarina polymorpha* et *Steinina ovalis* aux diverses étapes de la croissance des sporadins et, en outre, pour *G. polymorpha*, au stade de rapprochement des deux sexes (syzygie) et au stade de l'enkystement. Dans toutes ces étapes, l'un ou l'autre des réactifs pénètre dans les Grégarines et subit au niveau des chondriosomes une oxydation qui le transforme en sel cobaltique vert. Cette oxydation s'effectue dans la cellule parfaitement vivante. Les sporadins de *G. polymorpha* continuent à se mouvoir dans la préparation longtemps après que leur chondriome a été teinté en vert par l'action du réactif. Grâce à cette coloration, les chondriocontes se distinguent assez nettement pour qu'il soit possible de suivre le mouvement propre dont ils sont animés dans la cellule vivante.

Steinina ovalis se prête bien à l'étude du nucléole sur le vivant avec l'un ou l'autre des deux réactifs mais plus particulièrement avec le sulfate. On constate l'apparition d'une couleur verte sur le chondriome et dans le nucléole. Parfois une partie seulement du nucléole se trouve colorée. Le fait est dû à l'existence, dans ce cas, d'une hétérogénéité chimique; une partie seulement de l'organe possède alors les deux facteurs de la catalyse d'oxydation, vitamine A et glutathion.

Les types cellulaires que nous venons d'examiner sont assez différents les uns des autres, la gamme des étapes de la vie cellulaire donnée par les gré-

garines est suffisamment étendue pour que les qualités révélées dans cette étude constituent des caractères cytologiques généraux : dans la cellule vivante, animale ou végétale, le chondriome et le nucléole sont deux constituants qui possèdent un pouvoir de catalyse d'oxydation assez élevé pour transformer les sels cobalteux en sels cobaltiques.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le rythme apparent du papillotement.* Note de M. **Yves Le Grand**, présentée par M. Charles Fabry.

Une plage lumineuse dont la brillance varie périodiquement produit une impression de papillotement si la fréquence ne dépasse pas une certaine valeur critique; au delà, on obtient une sensation stable qui dépend uniquement de la valeur moyenne de la brillance (loi de Talbot). Les variations de la fréquence critique en fonction de la brillance, des dimensions de la plage, de la composition spectrale de la lumière, de la région rétinienne utilisée et de son état d'adaptation ont provoqué un nombre considérable de recherches; mais il ne semble pas qu'on ait signalé certains phénomènes curieux qui se produisent dans le régime du papillotement, c'est-à-dire pour les fréquences inférieures à la valeur critique de fusion.

Tout d'abord le rythme apparent du papillotement semble inférieur à la fréquence réelle, et d'autant plus que la source est observée plus latéralement. Soit par exemple une plage circulaire de 7° de diamètre apparent, dont la brillance oscille à la fréquence 42 par seconde entre la valeur 300 bougies par mètre carré maintenue pendant une demi-période et une valeur nulle pendant la demi-période suivante; si le centre de cette plage tombe à 15° de la fovea, le reste du champ visuel étant peu éclairé, le sujet a l'impression d'un papillotement à une cadence de 7 par seconde environ; en vision plus latérale, le rythme est encore plus lent. On peut mesurer cette fréquence apparente en faisant alterner sur la même plage deux régimes variables, l'un de fréquence fixe 42, l'autre plus lent et réglable jusqu'à égalité apparente des rythmes. Cet effet présente une évidente analogie avec les phénomènes électriques de la rétine, du nerf optique et du cerveau, qui tous se synchronisent avec un sous-multiple de la fréquence d'excitation.

Si d'autre part le sujet garde l'œil immobile, la fréquence apparente diminue progressivement, et l'on peut en moins d'une minute obtenir un

régime de fusion, sans papillotement; le moindre mouvement de l'œil fait réapparaître le papillotement. En même temps que ce ralentissement du rythme se produit une augmentation apparente de la brillance de la source, dont la couleur passe en outre au violacé. Si l'on fait alterner sur la même plage notre régime variable de fréquence 42 et une brillance fixe de 150 bougies par mètre carré, on obtient deux régimes stables (sans papillotement), mais dont l'un paraît brillant et violet et l'autre sombre et jaunâtre, quoique les brillances aient la même valeur moyenne. Dans certaines conditions de vision latérale, la loi de Talbot peut donc se trouver en défaut; cela tient probablement à ce que la fusion est alors d'origine nerveuse et non plus photochimique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la localisation et de la nature de la flavine contenue dans la peau de l'Anguille.* Note de MM. **Maurice Fontaine** et **René Guy Busnel**, présentée par M. Paul Portier.

Nous avons antérieurement signalé [1] la teneur très élevée en flavine de la partie dorsale de la peau de l'Anguille. Aussi nous a-t-il paru intéressant d'étudier la localisation de cette flavine dans la peau et de rechercher sous quelle forme elle s'y trouve.

Les techniques utilisées ont été les suivantes : 1° fixation de la peau au formol salé neutre; 2° lavage à l'eau; 3° coupes à congélation d'épaisseurs variables (30^{μ} à 50^{μ}); examen de ces coupes au microscope à fluorescence de Reichert, soit dans l'eau distillée, soit dans l'alcool méthylique pur ou à 50 pour 100.

Les coupes examinées aussitôt après leur obtention ne nous ont, en aucun cas, montré de fluorescence jaune vert appréciable. Il en a été de même pour des coupes effectuées sur de la peau fraiche, non fixée. Il semble donc y avoir absence de flavine libre en quantité appréciable dans la peau de l'Anguille. Si l'on immerge ces coupes dans l'alcool méthylique à 50 pour 100 et si on les examine dans les premières heures qui suivent, on ne constate pas davantage de fluorescence jaune vert; cette observation exclut l'hypothèse d'une flavine libre, masquée par certains autres pigments

(1) M. Fontaine, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1367.

de la peau (mélanine, pigment carotinoïde). Dans cette hypothèse en effet, la flavine libre, se dissolvant dans l'alcool méthylique aurait diffusé rapidement et sa fluorescence nous serait très vite apparue au voisinage des autres pigments. Il résulte donc de ces diverses observations que la flavine présente dans la peau de l'Anguille n'est pas libre, en majeure partie du moins, mais liée à un support colloïdal, sans doute sous forme de ferment respiratoire jaune de Warburg. On sait que, dans ce cas, on peut dissocier la flavine de son support colloïdal par immersion prolongée dans l'alcool méthylique et que cette scission est activée par une élévation de température. La fluorescence de la flavine libre apparaît alors.

Nous avons en effet obtenu l'apparition de cette fluorescence (ce qui nous a permis de localiser la flavine) soit en laissant les coupes pendant 24 heures à la température du laboratoire (15° environ) dans l'alcool méthylique à 50 pour 100, soit mieux encore en portant celles-ci dans le même solvant à l'étuve à 37°. Cette élévation de température accélère la libération de la flavine dont la fluorescence ne commence à apparaître nettement qu'au bout d'une dizaine d'heures. Cette fluorescence se présente sous forme d'une bande discontinue localisée dans la couche pigmentée qui comprend les mélanophores et les cellules à pigment carotinoïde. Les points obscurs de cette bande discontinue correspondent exactement aux mélanophores. Il nous paraît intéressant de souligner cette contiguïté de la flavine liée et de la mélanine, contiguïté qui a déjà été observée en ce qui concerne la flavine libre, par Euler, Hellström et Adler ([2]) dans la rétine des yeux de Poisson. Nous avons vérifié que cette fluorescence présente bien les caractères d'une fluorescence de flavine (disparition par réduction à l'hydrosulfite de soude et réapparition par oxydation, résistance aux acides faibles, disparition par contre aux acides forts avec réversibilité, au moins partielle, si le retour à un pH voisin de la neutralité est effectué assez rapidement). Ajoutons enfin que la fluorescence, d'abord nettement localisée comme il a été indiqué plus haut, diffuse par la suite et disparaît, la flavine se dissolvant complètement dans l'alcool méthylique.

Les conclusions de ces recherches sont donc les suivantes :

1° La flavine existant dans la peau du dos de l'Anguille est localisée dans la couche pigmentée qui comprend les mélanophores et les carotinoïdes.

2° Cette flavine se trouve, en majeure partie du moins, sous forme de

---

([2]) *Zeitschr. f. vergl. Physiol.*, **21**, 1935, p. 139.

flavine liée à un support colloïdal (vraisemblablement ferment jaune de Warburg).

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'introduction de la radioactivité artificielle en thérapeutique.* Note de MM. **Auguste Lafay** et **Bernard Lafay**, présentée par M. Charles Fabry.

La radioactivité, momentanément acquise par certains corps soumis à un bombardement de neutrons, permet de réaliser des applications thérapeutiques intéressantes, sans qu'il soit pour cela nécessaire d'employer des dispositifs compliqués. MM. Szilard et Chalmers ([1]) ont en effet montré que les neutrons, nécessaires à une telle activation peuvent être obtenus par l'action des rayons γ sur le glucinium.

En enveloppant un tube renfermant de 2 à 3^{mg} de radium avec du glucinium pulvérisé et bien tassé, on obtient une source permanente et pratiquement inépuisable de neutrons à laquelle il suffit d'exposer les substances que l'on se propose de radioactiver. Pour obtenir des effets aussi intenses que possible, il convient d'ailleurs, comme l'ont établi les travaux de l'École italienne ([2]), d'enfermer la source et les objets irradiés dans une cavité creusée dans un bloc épais de paraffine.

Nous avons utilisé cette méthode pour radioactiver un assez grand nombre de corps et vérifier qu'il est possible de procéder à cette transformation en employant directement les solutions de leurs sels, contenues dans les ampoules que l'on trouve dans le commerce toutes préparées pour les injections et les applications thérapeutiques. L'arsenic et l'iode ont tout particulièrement retenu notre attention en raison de leur importance médicale et du fait précieux que leur activation a pour résultat la production des isotopes correspondants, dont les propriétés chimiques sont par suite les mêmes que celles des éléments dont ils dérivent.

Les essais entrepris dans le but d'examiner si l'action des médicaments arsénicaux se trouve exaltée par la radioactivation ne sont pas encore assez avancés pour que nous puissions actuellement énoncer des résultats précis à leur sujet.

([1]) *Nature*, **134**, 1934, p. 494.
([2]) *Proc. of the Roy. Soc.*, **149**, 1935, p. 522.

L'iode, par contre, a été étudié d'une manière approfondie.

I. Les injections intraveineuses d'iodure de sodium radio-activé, donnent dans le traitement des rhumatismes des résultats au moins aussi bons que ceux qui ont été obtenus, dans ces dernières années, par l'emploi du mésothorium, du thorium X et du radon. Toutefois, contrairement à ce qui se produit assez souvent avec ces derniers médicaments, l'emploi du radioiode ne détermine pas d'altération sensible de la formule sanguine.

II. Tenant compte de l'affinité bien connue ([3]) de l'iode pour le tissu cancéreux, affinité que nos expériences ont confirmée, nous avons utilisé l'iode radioactif pour amener au contact même de la cellule malade une source d'où émane un rayonnement qui est principalement sinon totalement composé de rayons β.

Des expériences nombreuses ont en effet établi que la plupart des corps radioactivés artificiellement et tout particulièrement le radioiode émettent des rayons β. Il n'existe pas, à notre connaissance, d'autre procédé permettant d'introduire de tels rayons dans les régions profondes sans produire des brûlures périphériques.

De plus, les résultats que nous avons obtenus confirment les vues des radiothérapeutes ([4]) qui, ayant plus spécialement étudié l'action de ces rayons, leur attribuent des propriétés curatives supérieures à celles des rayons X ou γ.

III. Enfin l'accumulation du radioiode dans les régions cancéreuses les rend momentanément radioactives et permet, comme cela a déjà été fait d'une autre manière par MM. Roffo et Landabaru ([5]), de détecter leur existence par des procédés électriques de grande importance diagnostique.

A 16h20m l'Académie se forme en Comité secret.

([3]) Van Den Velden, *Bioch. Zeit.*, 9, 1908, p. 54.
([4]) P. Degrais *Presse méd.*, 13, février 1923, p. 145.
([5]) *Les Néoplasmes*, 4, 1925, p. 327.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *E. Goursat* :

En première ligne.......... M. **Paul Montel**.
En seconde ligne.......... M. **Arnaud Denjoy**.
En troisième ligne, ex æquo *par ordre alphabétique*.... MM. **Maurice Fréchet**, **René Garnier**, **Paul Lévy**, **Georges Valiron**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 16h35m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 10 mai 1937.)

Note de M. *Gustave André Mokrzycki*, Sur le travail de décollage des avions :

Page 1401, ligne 2 en remontant, *au lieu de* S_q, *lire* Sq.

Page 1402, ligne 7, *au lieu de* $\frac{Q}{\rho g}$, *lire* $\frac{Q}{g}$; ligne 9, *au lieu de* $\frac{d(v)^2}{2}$, *lire* $\frac{d(v)^2\rho}{2}$; ligne 13, *au lieu de* S_q, *lire* Sq.